

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

REINALDO DA SILVEIRA GARCIA

**ESTUDO DE CASO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO :**
LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO DE DEFEITOS EM MOLDURAS

Itapeva – SP

2010

REINALDO DA SILVEIRA GARCIA

**ESTUDO DE CASO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO :
LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO DE DEFEITOS EM MOLDURAS**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira

Orientador: Prof. Dr. Glauca Aparecida Prates

Itapeva - SP
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

S216e Garcia, Reinaldo da Silveira

Estudo de Caso de Controle Estatístico de Processo –
Levantamento Estatístico de Defeitos em Molduras/ Reinado
da Silveira Garcia – Itapeva, 2010

139 f.: il. 30 cm

Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial
Madeireira apresentado ao Campus Experimental de Itapeva –
UNESP, 2010

Orientador: Prof^a. Dr^a. Glauca Aparecida Prates

Banca examinadora: Prof. Dr. Antonio Francisco Savi;
Prof. Dr. Natal Nerímio Regone

Inclui bibliografia

1. Qualidade. 2. Controle Estatístico de Processo. 3.
Indústria madeireira. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia
Industrial Madeireira.

CDD 658.562

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO
LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO DE DEFEITOS EM MOLDURAS

REINALDO DA SILVEIRA GARCIA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO REQUISITO
COMO PARTE PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM**
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

Prof. Dr. José Cláudio Caraschi
Coordenador de Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gláucia Aparecida Prates

Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Natal Nerímio Regone

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Antonio Francisco Savi

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Dedicatória: Para meus pais, minha família e namorada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais por tudo, pois sem eles não seria essa pessoa que sou hoje, obrigado.

Agradeço também a minha família, por tudo.

A minha namorada, pelo amor, pelo respeito e principalmente pela paciência.

A minha orientadora que me ajudou a elaborar este trabalho.

A empresa em questão e a todos os colaboradores.

E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram durante o percurso, para me tornar uma pessoa melhor.

Epígrafe

“Não há nada que não possa ser feito, quando se tem determinação e vontade”

Reinaldo

RESUMO

Este trabalho de graduação aborda o estudo do Controle Estatístico de Processo – CEP, em uma das etapas de produção de uma indústria de molduras, tendo como objetivo utilizar a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar a capacidade do processo. Onde o processo necessita de melhorias já que não atendem bem as especificações. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP. O presente estudo tem como método a utilização do estudo de caso. Os resultados são apresentados através do estudo do nível de defeitos utilizando os diagramas de Pareto e gráfico de controle por - (p) fração defeituosa, e verificando a capacidade e estabilidade do processo utilizando os gráficos de controle XbarraR e histogramas. O processo demonstrou a necessidade de melhorias no processo e na gestão da qualidade. Ao final do trabalho sugestões são apresentadas para melhorar o sistema de qualidade da empresa.

Palavras-chave: Qualidade. Controle Estatístico de Processo. Indústria madeireira. Molduras

ABSTRACT

This graduate work approaches the study of Statistical Process Control - SPC, in a stage production of an industrial frame, aiming to use the tool of statistical process control (SPC) to assess the process capability. Where the process needs improvement as well not meet the specifications. Assessing the needs that the company needs to improve quality management, and the difficulties they present during the implementation of the CEP. The present study is to use the method of case study. The results are presented through study of the level of defects using Pareto diagrams and control chart by - (p) fraction defective, and checking the capacity and stability of the process using control charts and histograms \bar{X} and R . The process demonstrated the need for improvements in process and quality management. At the end of the work are presented suggestions for improving the quality system of the company.

Keywords: Quality. Statistical Process Control. Lumber Industry. Frames

LISTA DE FIGURA

	Página
FIGURA 1 – Exemplo de histograma	25
FIGURA 2 – Exemplo diagrama de Pareto.....	26
FIGURA 3 – Exemplo diagrama de Ishikawa.....	27
FIGURA 4 – Exemplo de estratificação.....	27
FIGURA 5 – Exemplo de gráfico de controle para médias.....	30
FIGURA 6 – Exemplo de gráfico de controle para amplitude.....	30
FIGURA 7 – Exemplo de diagrama de correlação	33
FIGURA 8 – Exemplo de Folha de verificação	34
FIGURA 9 – Exemplo de Histograma com cp menor que 1	44
FIGURA 10 – Exemplo de histograma com cp igual ou maior a 1 e menor ou igual 1,33	45
FIGURA 11 – Exemplo de histograma com cp maior que 1,33	45
FIGURA 12 – Fluxograma da Pré-produção (Serraria)	57
FIGURA 13 – Fluxograma da Pré-produção (Secagem).....	58
FIGURA 14 – Fluxograma da Pré-produção (Replaina).....	59
FIGURA 15 – Fluxograma Pré-produção (Destopo).....	60
FIGURA 16 – Pré-produção (<i>finger joint</i>)	61
FIGURA 17 – Fluxograma Produção (molduras).....	63
FIGURA 18 – Macro Fluxograma do Processo de Fabricação de Molduras.....	64
FIGURA 19 – Peça com defeito – Trinca	65
FIGURA 20 – Peça com defeito – <i>Open Joint</i>	66
FIGURA 21 – Peça com defeito – Lascado	66
FIGURA 22 – Peça com defeito – Quebrada	67
FIGURA 23 – Peça com defeito – Bolsa de Resina	67
FIGURA 24 – Peça com defeito – Medula	68
FIGURA 25 – Peça com defeito – Azulada	68
FIGURA 26 – Peça com defeito – Falha plaina	69
FIGURA 27 – Peça com defeito – Falha lateral	69
FIGURA 28 – Peça com defeito – Marca de rolo	70
FIGURA 29 – Peça com defeito – Mordida	70

FIGURA 30 – Peça com defeito – Ponta de agulha	71
FIGURA 31 – Peça com massa	71
FIGURA 32 – Diagrama de Pareto para o mês de Agosto	75
FIGURA 33 – Diagrama de Pareto para o mês de Setembro	75
FIGURA 34 – Gráfico de Fração Defeituosa (p) do mês de Agosto	76
FIGURA 35 – Gráfico de Fração Defeituosa (p) do mês de Setembro	77
FIGURA 36 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo LWM376	79
FIGURA 37 – Histograma avalia espessura do modelo LWM376	79
FIGURA 38 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo LWM634	80
FIGURA 39 – Histograma avalia espessura do modelo LWM634	80
FIGURA 40 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC356	81
FIGURA 41 – Histograma avalia espessura do modelo EC356	81
FIGURA 42 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC356	82
FIGURA 43 – Histograma avalia espessura do modelo EC356	82
FIGURA 44– Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC455	83
FIGURA 45 – Histograma avalia espessura do modelo EC455	83
FIGURA 46 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC48	84
FIGURA 47 – Histograma avalia espessura do modelo EC48	84
FIGURA 48 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC49	85
FIGURA 49 – Histograma avalia espessura do modelo EC49	85
FIGURA 50 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC49	86
FIGURA 51 – Histograma avalia espessura do modelo EC49	86
FIGURA 52 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC366	87
FIGURA 53 – Histograma avalia espessura do modelo EC366	87
FIGURA 54 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC445	88
FIGURA 55 – Histograma avalia espessura do modelo EC445	88
FIGURA 56 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC445	89
FIGURA 57 – Histograma avalia espessura do modelo EC445	89
FIGURA 58 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC7302	90
FIGURA 59 – Histograma avalia espessura do modelo EC7302	90
FIGURA 60 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC7304	91
FIGURA 61 – Histograma avalia espessura do modelo EC7304	91
FIGURA 62 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC442	92
FIGURA 63– Histograma avalia espessura do modelo EC442	92
FIGURA 64 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo E7304	93
FIGURA 65– Histograma avalia espessura do modelo EC7304	93
FIGURA 66 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC470	94

FIGURA 67 – Histograma avalia espessura do modelo EC470	94
FIGURA 68 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC876	95
FIGURA 69 – Histograma avalia espessura do modelo EC876	95
FIGURA 70 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC876	96
FIGURA 71 – Histograma avalia espessura do modelo EC876	96
FIGURA 72 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo LWM376	98
FIGURA 73 – Histograma avalia largura do modelo LWM376	98
FIGURA 74 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo LWM634	99
FIGURA 75 – Histograma avalia largura do modelo LWM634	99
FIGURA 76 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC356	100
FIGURA 77 – Histograma avalia largura do modelo EC356.....	100
FIGURA 78 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC356	101
FIGURA 79 – Histograma avalia largura do modelo EC356	101
FIGURA 80 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC361	102
FIGURA 81 – Histograma avalia largura do modelo EC361	102
FIGURA 82 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC455	103
FIGURA 83 – Histograma avalia largura do modelo EC455	103
FIGURA 84 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC48	104
FIGURA 85 – Histograma avalia largura do modelo EC48	104
FIGURA 86 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC49	105
FIGURA 87 – Histograma avalia largura do modelo EC49	105
FIGURA 88– Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC49	106
FIGURA 89– Histograma avalia largura do modelo EC49	106
FIGURA 90 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC366	107
FIGURA 91 – Histograma avalia largura do modelo EC366	107
FIGURA 92 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC445	108
FIGURA 93 – Histograma avalia largura do modelo EC445	108
FIGURA 94 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC445	109
FIGURA 95 – Histograma avalia largura do modelo EC445	109
FIGURA 96 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC7302	110
FIGURA 97 – Histograma avalia largura do modelo EC7302	110
FIGURA 98 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC7304	111
FIGURA 99 – Histograma avalia largura do modelo EC7304	111
FIGURA 100 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC442	112
FIGURA 101 – Histograma avalia largura do modelo EC442	112
FIGURA 102 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC7304	113
FIGURA 103 – Histograma avalia largura do modelo EC7304	113
FIGURA 104 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC470	114

FIGURA 105 – Histograma avalia largura do modelo EC470	114
FIGURA 106 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC876	115
FIGURA 107 – Histograma avalia largura do modelo EC876	115
FIGURA 108 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC876	116
FIGURA 109 – Histograma avalia largura do modelo EC876	116
FIGURA 110 – Diagrama de Causa/Efeito	118

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Modelo e especificações do produto	78
---	----

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVO... ..	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. Definição de Qualidade	18
3.2. Histórico da Qualidade	19
3.2.1. A Era da Inspeção da Qualidade	20
3.2.2. Era do Controle Estatístico de Processo	21
3.2.3. Era da Garantia da Qualidade	21
3.2.4. Era da Gestão da Qualidade Total	22
3.3. Ferramentas da Qualidade	25
3.3.1. Histograma	25
3.3.2. Diagrama de Pareto	25
3.3.3. Diagrama de Ishikawa	26
3.3.4. Estratificação	27
3.3.5. Cartas de Controle e Gráficos	28
3.3.5.1. Tipos de Gráficos de Controle	28
3.3.6. Diagrama de Correlação ou Dispersão	32
3.3.7. Folha de Verificação	34
3.4. CEP – Controle Estatístico de Processo.....	35
3.4.1. Vantagens e Desvantagens do CEP.....	37

3.4.2. Casos de Implantação do CEP	40
3.5. Definição de Processo	41
3.5.1. Capacidade do Processo	42
3.5.2. Índices de Capacidade do Processo	42
3.6. Variabilidade	45
3.6.1. Causas Comuns	46
3.6.2. Causas Especiais	46
3.7. Defeito e Classificação de defeitos	46
4. METODOLOGIA	48
4.1. Procedimento Metodológico	48
4.1.1. Problema	48
4.1.2. Implantação do Processo	48
4.1.3. Método	49
4.1.4. Monitoração	49
4.2. Estudo de Caso	50
4.2.1. Empresa	50
4.2.2. Característica da Empresa	50
4.2.3. Histórico da Empresa	51
4.3. Processo de fabricação	55
4.3.1. Fluxograma Pré-produção Serraria	56
4.3.2. Fluxograma Secagem	58
4.3.3. Fluxograma Replina	59

4.3.4. Fluxograma Destopo	60
4.3.5. Fluxograma <i>Finger-Joint</i>	61
4.3.6. Fluxograma produção de Molduras	62
4.4. Defeitos do Produto	65
4.5. Controle de Qualidade	72
4.5.1. Coleta de Dados	72
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
5.1. Levantamento dos Níveis de Defeitos – Inspeção de Qualidade Visual	74
5.2. Levantamento dos Níveis de Dimensão – Inspeção Dimensional	77
5.2.1. Avaliação XbarraR e Histograma para Espessura – Agosto	79
5.2.2. Avaliação XbarraR e Histograma para Espessura – Setembro	93
5.2.3. Avaliação XbarraR e Histograma para Largura – Agosto	98
5.2.4. Avaliação XbarraR e Histograma para Largura – Setembro	113
5.3. Discussões Finais	117
5.4. Plano de Ação	119
6. CONCLUSÃO	120
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
ANEXOS	125

1. INTRODUÇÃO

Historicamente qualidade sempre esteve presente no mundo, desde quando o homem fez a primeira faca até os dias atuais, onde se tem produtos de alta tecnologia, o conceito de qualidade que no início era a busca pelo produto chegando nos dias atuais com um outro conceito o de qualidade integrada e a forma de avaliação durante os anos mudaram muito desde quando quem fabricava o produto avaliava o mesmo até os dias de hoje onde tem-se inspetores para realizar essa inspeção.

Ao longo dos anos várias abordagens sobre qualidade foram criadas e modificadas, um tema em constante evolução e é necessário ter um bom conhecimento para poder aplicá-la nas organizações para que funcione e não se torne apenas algo vago. Todos os envolvidos com o setor de qualidade devem entendê-la e saber diferenciar como utilizá-la em cada setor para assim ser bem aplicada.

Este trabalho de graduação aborda o estudo do Controle Estatístico de Processo – CEP, em uma das etapas de produção de uma indústria de molduras, tendo como objetivo utilizar a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar a capacidade do processo.

O processo necessita de melhorias já que não atendem bem as especificações. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP.

O presente estudo tem como método a utilização do estudo de caso. Os dados são coletados no dia-a-dia e depois são utilizados para construir os gráficos de controle.

Os resultados são apresentados através do estudo do nível de defeitos utilizando os diagramas de Pareto e gráfico de controle por - (p) fração defeituosa, e verificando a capacidade e estabilidade do processo utilizando os gráficos de controle \bar{X} e R e histogramas.

O processo demonstrou a necessidade de melhorias no processo e na gestão da qualidade. Ao final do trabalho sugestões são apresentadas para melhorar o sistema de qualidade da empresa.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento estatístico do processo de produção de molduras de uma indústria madeireira localizada no Norte do Paraná utilizando a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar o processo, bem como os níveis de defeitos presentes. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Definição de Qualidade

Segundo Barçante (1998) a palavra qualidade tem diferentes definições para cada pesquisador, cada um buscando identificá-la pelo seu ramo de atuação:

- Juran: Qualidade é adequação ao uso.

- Ishikawa: Rápida percepção e satisfação das necessidades do mercado, adequação ao uso dos produtos e homogeneidade dos resultados do processo.
- Deming: Qualidade é sentir orgulho pelo trabalho bem feito. Aprimoramento da Qualidade eleva a produtividade.

Nada mais é que a busca pela conformidade e aceitação do produto perante o mercado para a organização sobreviver inicialmente e crescer obtendo melhores condições (BARÇANTE, 1998).

3.2. Histórico da Qualidade

Durante a história, principalmente no início da Revolução Industrial quando se criaram ferramentas de trabalho e dos sistemas de unidades de medidas tanto na Inglaterra Dale B. G. e Plunkett, J. J. (1990) quanto nos Estados Unidos da America Garvin, D. A. (1992), a qualidade evolui até hoje em basicamente quatro etapas da qualidade(BARÇANTE, 1998):

- Era da Inspeção: Qualidade com foco no produto
- Era do Controle Estatístico do Processo: Qualidade com foco no processo
- Era da Garantia da Qualidade: Qualidade com foco no sistema
- Era da Gestão da Qualidade Total: Qualidade com foco no negócio

Logo abaixo serão explicadas as 4 eras da qualidade:

3.2.1. A Era da Inspeção da Qualidade

Antigamente a qualidade era obtida de forma diferente onde os artesões e artífices eram os responsáveis pela fabricação do produto e por sua qualidade, pois nesta época a atividade industrial era em pequena escala (CARVALHO *et al*, 2005).

Com o surgimento da produção em escala e da industrialização, tornou-se necessário um sistema de medições onde um ou mais atributos eram inspecionados. Mas com o tempo esse sistema apresentou efeitos indesejáveis onde supervisores e operários davam ênfase a produtividade e não a qualidade.

Durante a primeira guerra mundial, com o aumento da produção em massa, nesta primeira era o inspetor de qualidade realização inspeções do produto em 100%. Em 1922 a atividade de inspeção passa a ser incorporada ao Controle de Qualidade o qual apenas tem como função a inspeção, mostrando os produtos não conformes (produtos fora das especificações e/ou defeitos) e os retirando sem nenhum estudo para melhorias.

Esta época foi marcada pela inspeção dos produtos os quais eram definidos como conformes ou não conformes, retirando os produtos defeituosos dos não defeituosos de acordo com o critério de cada produtor e fazendo sua substituição. Cabia aos inspetores a identificação e quantificação das peças defeituosas apenas, sem haver nenhum estudo sobre os possíveis problemas. O objetivo era a qualidade uniforme aos produtos. Uma era onde a preocupação era a padronização da qualidade no produto, sem a busca de melhorias no processo (CARVALHO *et al*, 2005).

3.2.2. Era do Controle Estatístico do Processo – Qualidade com foco no processo

Com o aumento da produção, e a inspeção 100% do tempo, tornando-se cara e ineficaz. Sendo assim a era da gestão corretiva, onde se identifica as causas e agindo sobre elas. Com isso o pilar dos erros que diz respeito à matéria-prima, equipamento e pessoal, nos quais podem apresentar causas, podendo afetar o desempenho do processo (BARÇANTE, 1998).

Segundo Rosário (2004) com a 2ª Grande Guerra Mundial, as organizações foram obrigadas a corrigir os erros da inspeção 100%, através de técnicas de amostragem com isso o CEP – Controle Estatístico de Processo, que é uma ferramenta estatística para avaliar o processo, apresentou grande crescimento. A partir deste ponto começa a surgir o controle de qualidade através de métodos estatísticos. Focando as variáveis do processo e buscando sua correção.

3.2.3. Era da Garantia da Qualidade – Qualidade com foco no sistema

Ainda com a 2ª Grande Guerra, todas as indústrias começam a dar prioridade aos produtos de uso militar, enquanto que os bens de consumo foram diminuídos. Com todos os países voltados para a guerra, a produção em massa era aumentada sem nenhuma restrição, enquanto que a qualidade dos produtos foi caindo devido a esse desespero de produção, pois tempos com aumento da produção em massa sempre levam a baixa na qualidade (SOARES, 2001 *apud* ROSÁRIO, 2004).

Após o termino da 2ª Guerra mundial, os bens da população civil eram escassos, então a indústria começou a produzir em grande quantidade, para conseguir atender o mercado, mas a qualidade continuava em baixa (ROSÁRIO, 2004).

O Japão pós 2ª Guerra se apresenta ao mundo literalmente destruído e precisando iniciar seu processo de reconstrução. W.E. Deming um estudioso em Qualidade foi convidado pela *Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE)*, para conferir palestras e treinar empresários e industriais sobre controle estatístico de processo e gestão da qualidade (LONGO, 1995).

Durante os anos seguintes ocorrem grandes desenvolvimentos em vários setores, principalmente no setor tecnológico e industrial. Muitos produtos novos e tendências foram lançados no mercado, trazendo mudanças nos conceitos adotados e grande mudança na administração e na economia das empresas para atender esse mercado (LONGO, 1995).

Com essas mudanças Juran um estudioso de Qualidade, em 1951 propõe uma abordagem diferente à qualidade de produtos e serviços, levando em consideração custos de produção, retrabalho, mão-de-obra para reparo, perdas financeiras devido à insatisfação do cliente e os custos inevitáveis. Os custos inevitáveis foram associados à prevenção, inspeção e amostragem e outras atividades ligadas ao Controle de Qualidade. A prevenção passa a ser adotada, como uma forma positiva na gestão do processo produtivo, tendo grande aceitação pela diminuição de desperdícios (BARÇANTE, 1998).

Esta era é marcada principalmente pela nova adequação de Qualidade, levando em conta os novos conceitos como custo da qualidade, Controle Total da Qualidade, mas principalmente pelos custos da qualidade e pela busca da qualidade que foi esquecida no início devido à 2ª Guerra Mundial (BARÇANTE, 1998).

3.2.4. Era da Gestão da Qualidade Total – Qualidade com foco no negócio

Após alguns anos ocorre uma mudança na qualidade devido a necessidade de melhorias do processo e custos de produção. Esta no era é conhecida com era da gestão da qualidade total uma era que leva em consideração

a Garantia da Qualidade, o Controle estatístico de Processo e a Inspeção, levando em consideração o cliente como fator principal para este novo modelo (XAVIER FILHO, 2008).

Nesta era o mundo reconhece a Qualidade como algo fundamental no sucesso competitivo da empresa e a Qualidade passa a ser integrada em todos os setores da empresa, como financeiro, administrativo, compras e outras atividades sendo conhecido como Gestão da qualidade (CARVALHO *et al*, 2005).

Por ser uma era caracterizada pelas rápidas mudanças e pelas influências do mundo, as empresas são obrigadas a buscar novas estratégias de mercado, para sobreviver e continuar competitiva (XAVIER FILHO, 2008).

Ainda segundo o autor dentro desta nova era as empresas que implantam este novo sistema de Qualidade em todos os setores, tem um produto com potencial competitivo no mercado.

Juran e Gryna (1991) *apud* Paladini (2000) definem a Gestão da Qualidade Total como a extensão do planejamento dos negócios da empresa que inclui o planejamento da qualidade. Segundo esses mesmos autores são atividades usuais da gestão da qualidade total:

- Estabelecer objetivos abrangentes;
- Determinar as ações necessárias para alcançá-los;
- Atribuir responsabilidades bem definidas pelo cumprimento de tais ações;
- Fornecer recursos necessários para o adequado cumprimento dessas responsabilidades;

- Viabilizar treinamento necessário para o adequado cumprimento dessas responsabilidades;
- Estabelecer meios para avaliar o desempenho do processo de implantação em face dos objetivos;
- Estruturar um processo de análise periódica dos objetivos;
- Criar um sistema de reconhecimento que analise o confronto entre os objetivos fixados e o desempenho das pessoas em face dele.

De acordo com Rosário (2004), Ishikawa, um discípulo de Deming, lançou a idéia das sete ferramentas. Ele afirma que o uso dessas ferramentas resolve aproximadamente 95% dos problemas em qualquer organização. As sete ferramentas da qualidade são:

- Histograma;
- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa);
- Estratificação;
- Cartas e Gráficos de Controle;
- Diagrama de Correlação;
- Folha de Verificação.

Esta era permanece até hoje, uma era que busca pela qualidade em todos os níveis e pela melhoria continuada dos produtos e serviços, levando em

conta o ser humano, o ambiente e as populações, inserindo as empresas no contexto social, econômico e ambiental. Tendo como conceito os clientes e os não clientes que também são afetados (ROSÁRIO, 2004).

3.3. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade servem para analisar processos, logo abaixo são explicadas:

3.3.1. Histograma

Segundo Kume (1993), histograma é um gráfico que mostra a distribuição dos dados amostrados. Normalmente é um gráfico de barras verticais, onde cada barra demonstra a freqüência das dimensões, conforme figura 1:

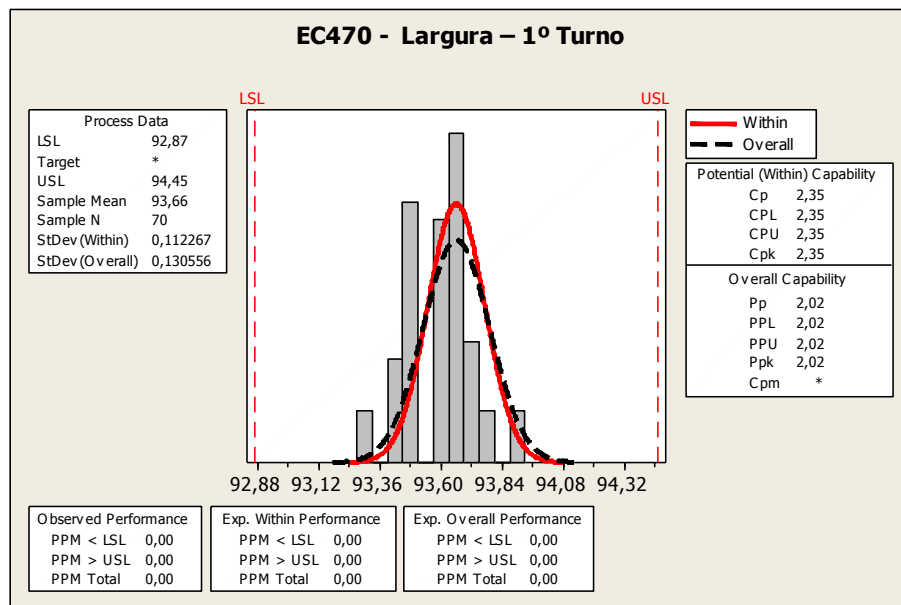


Figura 1 – Exemplo de histograma.

3.3.2. Diagrama de Pareto

Segundo Fiates (1995), o diagrama de Pareto é um gráfico em barras verticais que mostra os defeitos e sua freqüência, ajudando a perceber quais

defeitos devem ser solucionados primeiro, pois os defeitos não ocorrem na mesma proporção e não possuem a mesma influencia com isso este gráfico permite descobrir quais causas devem ser tratadas, conforme figura 2.

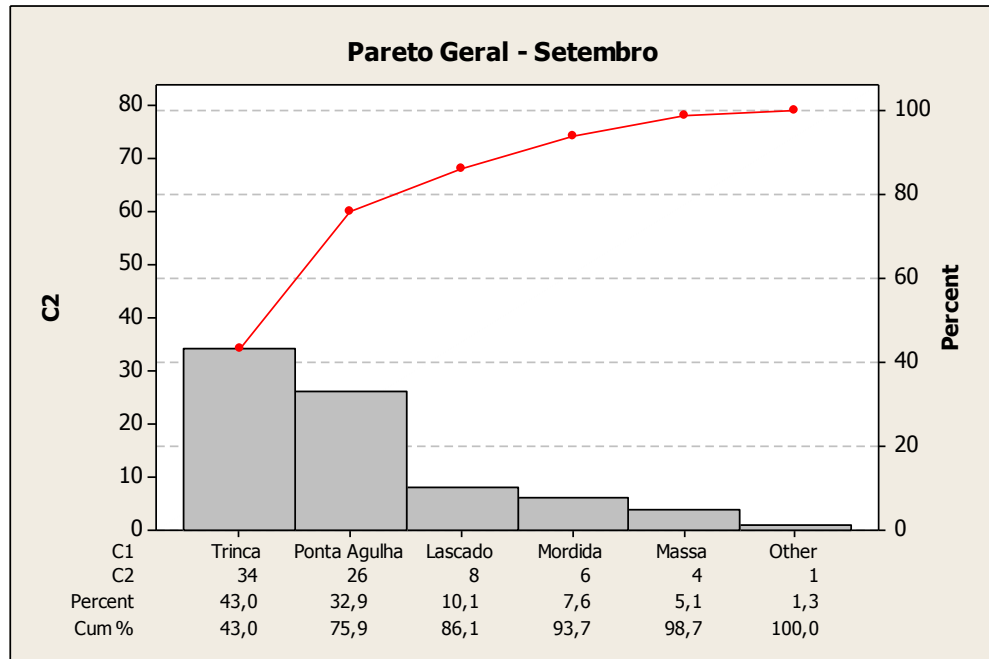


Figura 2 – Exemplo diagrama de Pareto.

Na figura 2 cada barra vertical é um tipo de defeito, e a linha vermelha é a porcentagem de quanto melhora o processo caso venha a interferir e corrigir aquele defeito.

3.3.3. Diagrama de Ishikawa

Segundo Kume (1993), este diagrama de Ishikawa ou Causa e Efeito é um diagrama que representa a relação dos efeitos com as possíveis causas. O efeito ou problema deve ser colocado do lado direito do gráfico e as causas do lado esquerdo, conforme figura 3.

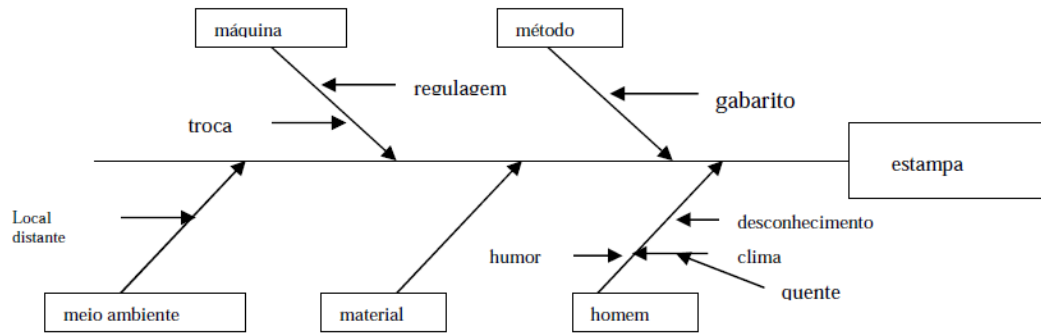


Figura 3 – Exemplo diagrama de Ishikawa.

Fonte: Indezichak e Leite (2005)

3.3.4. Estratificação

È um gráfico útil quando se deseja analisar os dados em busca de melhorias, quando os dados são analisados de várias fontes (produtos) e são tratados apenas como um, de acordo com a figura 4 (MARIANIA *et al*, 2005).

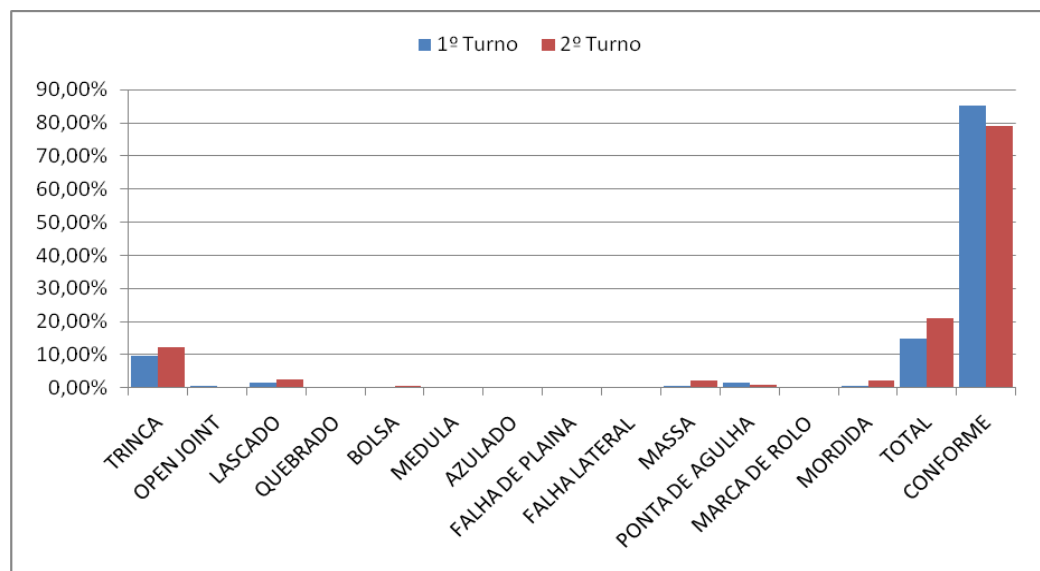


Figura 4 – Exemplo de estratificação.

3.3.5. Cartas de Controle e Gráficos

Segundo Kume (1993) a carta de controle é utilizada para determinar a estabilidade de um processo e para mantê-lo estável.

Na carta de controle aplicam-se dados de um determinado período de tempo, analisando o processo e procurando por dados fora da linha de controle ou procurando tendências, efetuando ações no processo quando necessário assim estabilizando o processo e verificando se o processo foi estabilizado.

Os gráficos são utilizados quando há mais de dois conjuntos de dados inter-relacionados, utilizando os gráficos para entender essas relações.

Muitos são os tipos de gráficos utilizados como o gráfico de barras, gráficos de linhas entre outros.

3.3.5.1. Tipos de Gráficos de Controle

Em 1924, Shewardt, um estatístico americano apresentou os chamados Gráficos de Controle ou Cartas de Controle, como um método para a análise e ajuste da variação de um processo em função do tempo. Os gráficos de controle servem para monitoramento do processo, mostrando a ocorrência de um descontrole (presença de causas especiais) e a tendência dessa ocorrência, evitando as frustrações e os custos de interferências inadequadas sobre o processo (TOLEDO, 1987).

Segundo Torminato (2004) de um modo geral podemos dividir os Gráficos de Controle em dois grandes grupos:

- Gráficos de Controle para Variáveis;
- Gráficos de Controle para Atributos.

VARIÁVEIS: dados que podem ser medidos, ou sofrem variação contínua, tais como, resistência à tração dureza, uma dimensão, comprimento, espessura e largura etc.

Gráficos de Controle por Variáveis

Se a variável a ser controlada é uma variável contínua, como por exemplo o volume de leite em um saquinho, o usual é monitorar o processo por um par de gráficos de controle: um para monitorar a centralidade e outro para monitorar a dispersão da variável (COSTA, 2004).

Os gráficos de controle exibem três linhas paralelas ao eixo x :

- Linha Central: representa o valor médio do característico de qualidade exigido.
- Linha Superior: representa o limite superior de controle (LSC).
- Linha Inferior: representa o limite inferior de controle (LIC).

A linha média (lm) para o gráfico de X é localizada na média de X e os limites de controle para o gráfico são pelo desvio padrão dessa média, segundo as fórmulas abaixo:

$$u_x \pm 3\sigma$$

$$LSC_x = \mu_x + 3\sigma$$

$$LM_x = \mu_x$$

$$LIC_x = \mu_x - 3\sigma$$

Os limites de controle com três desvios padrão de afastamento em relação à linha média (limite de três sigma) foram propostos por Shewart, que se baseou no seguinte lema: “se o processo estiver em controle, evite ajustes desnecessários, que só tendem a aumentar a sua variabilidade” (COSTA, 2004). A seguir exemplos de gráficos de controle (figura 5 e 6).

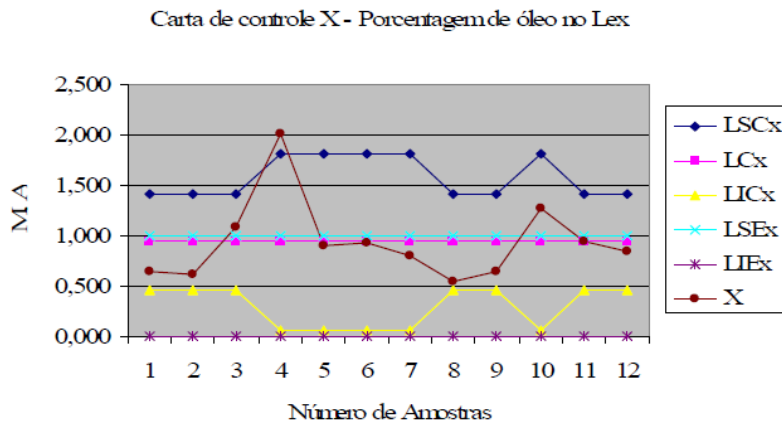


Figura 5 – Exemplo de gráfico de controle para médias

Fonte: Campos e Rocha (2009)

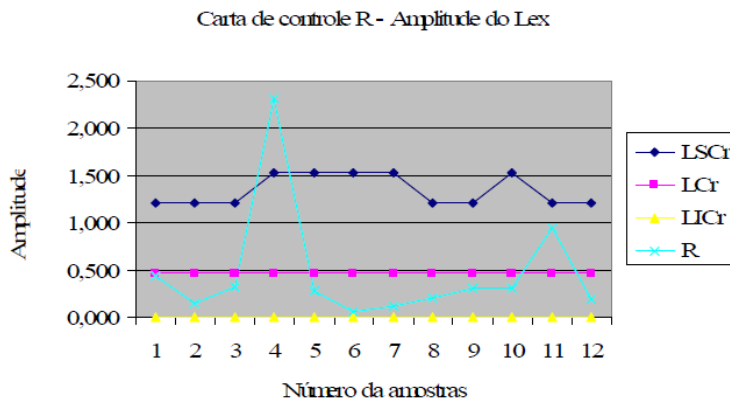


Figura 6 – Exemplo de gráfico de controle para amplitude.

Fonte: Campos e Rocha (2009)

ATRIBUTOS: dados que só podem ser contados ou classificados, tais como, conforme/não conforme, claro/escuro, com trinca/sem trinca, ou seja, estudam números e proporções.

Gráficos de Controle por atributos

Nem sempre é por meio de mensuração que se avalia a qualidade de um produto; itens como pregos, parafusos ou lâmpadas são simplesmente classificados em “defeituosos” ou “não defeituosos” (Costa, 2004). Para isso existem os gráficos de controle do número de defeitos (Np) e o gráfico de controle da fração defeituosa (p), servem para monitorar processos que apresentam regularmente porcentagem de defeitos, mesmo sem causas especiais.

Os gráficos de controle por atributos podem ser classificados por:

P: para proporção de não-conformes, as amostras não precisam ter o mesmo tamanho.

NP: para número de não conformes, as amostras precisam apresentar mesmo tamanho.

C: para número de não-conformidades, As amostras devem ter o mesmo tamanho.

U: para proporção de não conformidades, As amostras não necessitam ter o mesmo tamanho.

Segundo Galuch (2000) *apud* Rosário (2004), as fórmulas utilizadas para os gráficos de atributos são:

- FRAÇÃO DEFEITUOSA NA AMOSTRA (p)

$$P = \frac{n^{\circ} \text{ itens defeituosos}}{n^{\circ} \text{ itens inspecionados}}$$

$$LSC_p = p + 3 \cdot \sqrt{(p \cdot (1-p)/n)}$$

$$LM_p = p$$

$$LIC_p = p - 3 \cdot \sqrt{(p \cdot (1-p)/n)}$$

- NÚMERO DE DEFEITUOSOS NA AMOSTRA (np)

$Np = \text{total de defeitos/total de amostras}$

$$LSC_{Np} = Np + 3 \cdot \sqrt{(Np \cdot (1-p))}$$

$$LM_{np} = np$$

$$LIC_{np} = Np - 3 \cdot \sqrt{(Np \cdot (1-p))}$$

- NÚMERO DE DEFEITOS NA AMOSTRA (c)

$C = \text{total de defeitos/total de amostras}$

$$LSC_c = c + 3 \cdot \sqrt{c}$$

$$LM_c = c$$

$$LIC_c = c - 3 \cdot \sqrt{c}$$

- NÚMERO DE DEFEITOS POR UNIDADE (u)

$U = \text{número de defeitos/número de unidades}$

$$LSC_u = u + 3 \cdot \sqrt{(u/n)}$$

$$LM_u = u$$

$$LIC_u = u - 3 \cdot \sqrt{(u/n)}$$

3.3.6. Diagrama de Correlação ou Dispersão

Um diagrama de correlação é um gráfico onde pontos de dois conjuntos de dados que compartilham de alguma dependência são colocados num gráfico. É um gráfico que permite saber o grau de correlação dos dados e encontrar causas que devem ser melhoradas e podem ser observadas na figura 7 (FIATES, 1995).

Segundo Kume (1993) existem alguns padrões de dispersão os quais são descritos abaixo:

Correlação Positiva – as variáveis x e y crescem no mesmo sentido, isto é se x cresce, y também cresce.

Pode haver correlação positiva – quando as variáveis x e y tendem a crescer juntos, mas espalhadas.

Correlação Negativa – as variáveis x e y crescem em sentido contrário, isto é se x cresce, y decresce.

Pode haver correlação negativa – quando as variáveis tendem a crescer em sentido contrário, mas espalhadas.

Não há correlação – quando os pontos estão espalhados.

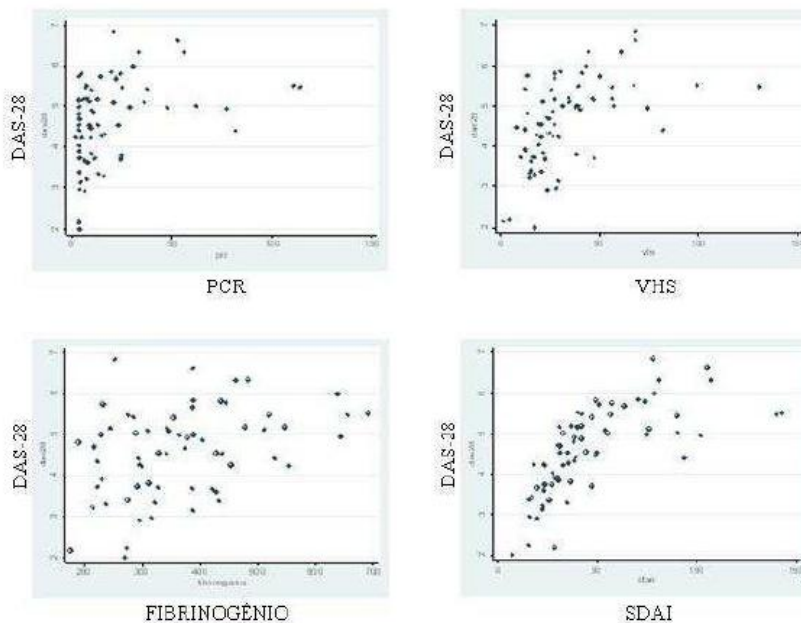


Figura 7 – Exemplo de diagrama de correlação.

Fonte: Mello (2008)

3.3.7. Folha de Verificação

De acordo com Siqueira (1997), as folhas de verificação são utilizadas para verificar e coletar dados ou para padronizar e verificar resultados de trabalho. Também podem ser chamadas de Folhas de dados, conforme figura 8.

Controle de Qualidade				Inspeção - Serraria								Data:	
												Inspetor:	
Espessura padrão (mm)			LS:				Objetivo:				LI:		
Hora	Peça	LS	Obj.	LI	LS	Obj.	LI	LS	Obj.	LI	Tabique	C []	
	1										Tabique	C []	
											Tabique	C []	
Ação	2										Supervisor:		
											Observações:		
	3												
Hora	Peça	LS	Obj.	LI	LS	Obj.	LI	LS	Obj.	LI	Tabique	C []	
	1										Tabique	C []	
											Tabique	C []	
Ação	2										Supervisor:		
											Observações:		
	3												

Figura 8 – Exemplo de Folha de verificação

Fonte: Empresa Moldureira

A figura 8 é um exemplo de folha de verificação, neste exemplo de folha são coletados dados de espessura de uma tabua, em cada inspeção realizada são medidas 3 amostras e cada amostra é medida em seis pontos, três de um lado da amostra e três do outro lado, se a medida é superior ao objetivo é inserida no campo LS, caso inferior é inserida em LS e se for igual ao objetivo é inserida no campo objetivo. Na ficha é inserida a hora da coleta, data, bem como os limites, nome do inspetor. No campo tabique é colocado um X caso concorde que os tabiques do pacote estejam alinhados e bons. Caso as medidas estejam acima ou abaixo do limite, o inspetor avisa o supervisor e pega-se assinatura e no campo ação insere ou IS - informação supervisão ou operador e caso não esteja fora dos limite insere AC - corrigir sem parar.No campo observações são anotados paradas e motivo das paradas, seja por equipamento em manutenção, falta de matéria prima, entre outros.

Na ação de Problemas, as ações tomadas devem ser baseadas em cima de dados e para isso deve-se definir nas folhas o que realmente precisa ser verificado, para assim tomar boas decisões (SIQUEIRA, 1997).

3.4. CEP – Controle Estatístico de Processo

O CEP – Controle Estatístico de Processo é uma ferramenta da Gestão da Qualidade tem como idéia principal que melhores processos com menos variabilidade propiciam níveis melhores de qualidade na produção. Quando se fala de melhores processos e assim consequentemente melhores produtos isso implica diretamente em menores custos, pois quando se tem controle melhor do processo, menor e a variabilidade das não conformidades e menores são os rejeitos (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Segundo Campos e Rocha (2009) o CEP permite que ações corretivas sejam realizadas antes que não-conformidades ocorram, responde à pergunta se o processo está funcionando como deveria ou se está fora das especificações de

qualidade. Executa ações apropriadas para obter e manter um estado de controle estatístico.

Todo produto pode apresentar falhas, defeitos resultando em um produto não conforme com o padrão, esta é a premissa do Controle de Processo, e essas falhas podendo ser causadas principalmente por falhas na matéria-prima, equipamento e pessoal, entre outros, mas estes três são os principais (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Quando se fala em CEP a estatística é um fator importante, pois em uma fábrica realizar a inspeção a 100% ocasiona altos custos e resultados ineficientes, devido à dificuldade de manter o operador 100% do tempo em alerta. Por isso a amostragem do processo condiz melhor com os reais valores, com custos menores (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Para Kume (1993) vários são os fatores que ocasionam a variação da qualidade, mas nem todos afetam a qualidade com a mesma intensidade. Para isso o CEP realiza um levantamento estatístico do processo com a ajuda de cartas de controle e gráficos, procurando nos gráficos por padrões que possam estar ocorrendo no processo, descobrindo quais são os erros significativos que geram grandes perdas e os erros menos significativos assim podendo atuar nos erros que realmente importam ao processo, melhorando assim o processo, proporcionando melhor controle do processo, garantindo a qualidade e gerando menores custos.

O controle Estatístico de Processo age também no Controle de Qualidade, ou seja, através da inspeção por amostragem, atuando na prevenção de defeitos, pois busca a melhoria do processo, diminuindo os erros (KUME, 1993).

Para utilizar o CEP diversas ferramentas são adotadas para a pesquisa, coleta de dados e análise das informações, são elas:

- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito
- Estratificação
- Cartas de Controle e Gráficos
- Diagrama de Correlação
- Folha de Verificação

Todas essas ferramentas são necessárias para poder Implantar O CEP, fazendo uma análise precisa e correta da amostragem realizada (KUME, 1993).

3.4.1.Vantagens e Desvantagens do CEP

Assim como todo método o CEP possui vantagens e desvantagens.

A lista abaixo mostra as principais vantagens da aplicação do CEP segundo Soares (2001 *apud* Rosário, 2004):

- Melhoria da qualidade, melhor conhecimento do processo e onde introduzir melhorias;
- Aumento da produção sob condições ótimas de produção;
- Redução do custo por unidade;
- Redução do nível de defeituosos;
- Redução de refugo/retrabalho;
- Economia no uso de materiais;

- Redução dos gargalos de produção;
- Avaliação científica das tolerâncias, ações baseadas em fatos e não em suposições;
- Redução de inspeção em fim de linha de produção;
- Manutenção da eficiência operacional, eliminação de ajustes desnecessários;
- Conscientização a respeito da qualidade, motivação dos recursos humanos;
- Redução de atrasos de produção;
- Baixo número de reclamações do consumidor.

As desvantagens da aplicação do CEP descritas por Soares (2001 *apud* Rosário, 2004):

são evidenciadas logo abaixo:

- Não indica condições de instabilidade do processo;
- Não separa causas comuns de causas especiais, podendo gerar ações incorretas e custos decorrentes;
- Se utilizado em processos não capazes pode piorar ainda mais o desempenho dos mesmos;
- Dificuldade maior quanto à sua interpretação, uma vez que os pontos fora de controle não revelam especificamente qual ou quais variáveis, ou a combinação delas, causam o problema.

As desvantagens de implantação do CEP estão associadas às causas dos insucessos de uma implantação mal sucedida, ou seja, desde que ele seja bem implantado, o resultado apresenta lucros e os efeitos colaterais maléficos não são significativos (SOARES, 2001 *apud* ROSARIO, 2004).

Para Soares (2001 *apud* Rosário, 2004) as principais causas dos insucessos da implantação de CEP estão, em sua maioria, ligadas à execução de forma deficiente ou até mesmo incompleta de algumas das etapas necessárias para a implantação. Algumas destas causas estão listadas a seguir e devem ser objetivo de avaliação em auditoria de sistema e treinamento:

- Falta de envolvimento da alta administração;
- Não envolvimento de todas as áreas ou resistência a mudanças;
- Falta, perda ou não priorização ao programa;
- Priorização errada das características de processo ou produto a serem controladas;
- Falta de conhecimento necessário para aplicação de conceitos básicos de estatística;
- Falta ou não acompanhamento de um cronograma de atividades;
- Falta de ação corretiva por não investigação ou desconhecimento de causas comuns e especiais;
- Ineficiência dos programas de treinamento tornando métodos e ferramentas simples em elementos complicados;
- Falta de padronização das tarefas operacionais;
- Falta ou falhas na divulgação do programa CEP na empresa ou espera de grandes resultados em curto prazo.

3.4.2. Casos de Implantação do CEP – Dificuldade, Melhorias e Ajustes.

Abaixo são relatadas as dificuldades, melhorias e ajustes do CEP estudados por outro autores.

Caso 1 – Empresa de Auto Peças

Segundo Torminato (2004) a empresa Auto Peças S.A. é um exemplo de aplicação do CEP e Cartas de Controle com sucesso, mas segundo o autor este processo levou quase uma década para atingir os resultados esperados, sendo que a alta administração teve grande perseverança, pois soube que é necessário insistir no treinamento em todos os níveis da empresa.

As cartas de controle nesta empresa surgiram a partir de problemas a serem resolvidos na produção e depois da implantação passam a ser utilizadas em outros setores da empresa (TORMINATO, 2004). Segundo o autor as cartas de controle são comprovadamente uma ferramenta com eficácia para entender e fundamentar as ações tomadas.

As causas mais comuns de variabilidades na qualidade acontecem em função das diferenças ou inconsistências entre operários, lotes de matéria-prima, equipamentos e instrumentos de medição, desse modo, o controle destas causas pode ser feito através de treinamentos da equipe, mudanças na concepção do processo, controle sistemático da matéria-prima, manutenção preventiva, padronização das operações, etc (TORMINATO, 2004).

- **Caso 2 – Empresa de Farelo**

Neste caso o CEP foi aplicado em uma empresa que produz Farelo Lex e neste estudo foi possível constatar com a ajuda desta ferramenta que o processo estava fora de controle. Com o CEP foi possível monitorar o processo e verificar que o mesmo necessita de ajustes (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Com a aplicação do CEP em etapas do processo, é possível corrigi-las durante o processo (CAMPOS; ROCHA, 2009).

- **Caso 3 – Pequena Empresa**

Segundo Indezeichak e Leite (2006) que realizou a implantação do CEP em uma pequena empresa uma das principais constatações da implantação do CEP deve ser considerada um processo de mudança organizacional e comportamental, sendo que seu sucesso depende do apoio total da gerencia, treinamento, desenvolvimento do quadro de funcionários, comprometimento das pessoas envolvidas nos processos, e principalmente, tomada de ações corretivas na ocorrência de causas especiais.

Ainda segundo o autor, uma das dificuldades na implantação do CEP são de ter acesso a toda a documentação necessária para poder iniciar o CEP, empresas que possuem em seu quadro, funcionários antigos que estão habituados com o sistema e impõe uma barreira na implantação do CEP.

Empresas que já tiveram algum insucesso com alguma ferramenta de gestão de qualidade tendem a ter funcionários que se oponham as inovações propostas pela diretoria (INDEZEICHAK; LEITE, 2006).

Para ocorrer sucesso na implantação, os treinamentos devem ser bem planejados e com metodologia bem definida (INDEZEICHAK; LEITE, 2006).

3.5. Definição de processo

Para seguir em frente a definição de processo é necessária para assim poder avaliar a capacidade no tópico 3.5.1.

Processo é um conjunto de causas (que provoca um ou mais efeitos). Uma empresa é um processo e dentro dela existem vários processos: não só processos de manufaturas (FALCONI, 1994).

3.5.1. Capacidade do Processo

O estudo da Capacidade de um processo refere-se à capacidade que este tem em produzir produtos que atendam as especificações de projeto e conseqüentemente, possam satisfazer as necessidades dos clientes quanto ao nível de qualidade esperada (ROSARIO, 2004).

Essa capacidade depende da variabilidade do processo, portanto, ela não está vinculada apenas a presença ou ausência de causas especiais (uma vez que o processo, mesmo na ausência de causas especiais, já possui uma variabilidade natural), embora seja evidente que desajustes e/ou falta de estabilidade do processo (provocados por causas especiais) reduzem sua capacidade e aumentam o número de itens não conformes produzidos (COSTA, 2004).

Para Sommer (2000 *apud* Rosário 2004), a capacidade de um processo envolve a comparação dos “Limites Naturais” do processo com os “Limites Especificados”, sendo através desta comparação, classificado o processo quanto a sua capacidade em:

- Processo Capaz: quando o resultado das medições encontra-se dentro dos limites de especificações de projeto, ou seja, estatisticamente não estão sendo produzidos produtos defeituosos.
- Processo Não-Capaz: quando o resultado das medições revela itens fora dos limites das especificações de projeto, ou seja, estatisticamente existem indicações que estão sendo produzidos produtos defeituosos.

3.5.2. Índices de Capacidade de Processo

Existem alguns índices ou coeficientes usados em relação à capacidade do processo. O Cpk é o coeficiente de capacidade efetiva do processo. O Cp é o

coeficiente de capacidade potencial do processo. O Cpk e Cp são muito utilizados em processos técnicos e raramente em processos administrativos, de serviços ou transações (WILSON, 1999 *apud* ROSARIO, 2004).

Ainda segundo o autor, capacidade potencial do processo Cp é definida pela razão entre a dispersão permitida e a dispersão real. A dispersão permitida ou de especificação é a diferença entre o limite de Controle Superior (LCS) e o Limite de Controle Inferior (LCI) (WILSON, 1999 *apud* ROSARIO, 2004).

A verificação da capacidade de processo em atender com segurança as especificações foi demonstrada pelo cálculo do parâmetro Cpk definido pelas equações segundo Rosário (2004):

$$Cp = \frac{LCS - LCI}{6 \times S} = \text{Especificação/Dispersão}$$

$$Cpk = \text{Min} \{ \mu - LCS / 3\sigma \text{ ou } LCI - \mu / 3\sigma \}$$

Sendo:

LCS – Limite de Controle Superior

LCI – Limite de Controle Inferior

σ - desvio padrão

μ - valor medido do processo

Equações segundo Costa (2004):

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

$$Cpk = \frac{LSE - \mu}{3\sigma} \text{ , } \frac{\mu - LIE}{3\sigma}$$

$$Cpm = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{(\sigma^2 + (d - \mu)^2)}}$$

Sendo:

LSE – Limite Superior de Especificação

LIE – Limite Inferior de Especificação

σ - desvio padrão

μ - valor medido do processo

Segundo Costa (2004), quanto maior for o valor do ICP, melhor o processo estará atendendo as especificações. O processo pode ser classificado em três tipos:

Cp menor que 1: processo incapaz, conforme figura 9.

Cp igual a 1 e menor ou igual 1,33: processo razoavelmente capaz, conforme figura 10.

Cp maior que 1,33: Processo capaz, conforme figura 11.

O índice Cpk avalia a distância da média do processo aos limites da especificação, tomando aquela que for menor, e, portanto, mais crítica em termos de chances de serem produzidos itens fora de especificação (LIMA *et al*, 2000).

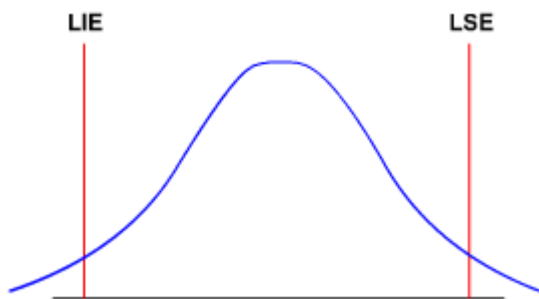


Figura 9 – Exemplo de histograma com cp menor que 1

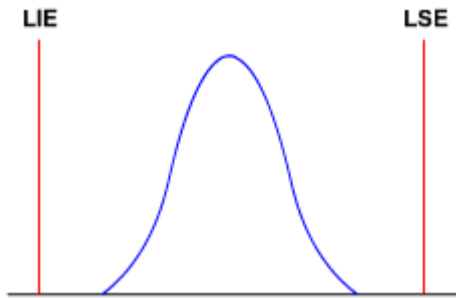


Figura 10 – Exemplo de histograma com cp igual ou maior a 1 e menor ou igual 1,33
Fonte:Costa (2004)



Figura 11 – exemplo de histograma com cp maior que 1,33

Fonte:Costa (2004)

3.6. Variabilidade

Quando do surgimento de problemas, a ação deve ser no processo (causa) que gerou o defeito e não no produto (efeito) em si (TORMINATO, 2004).

3.6.1. Causas Comuns

Causa comum é definida como uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais do processo. É resultante de diversas origens, sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra. Um processo é dito sob controle, ou estatisticamente estável, quando somente causas comuns estiverem presentes e controladas (TORMINATO, 2004).

3.6.2. Causas Especiais

As causas especiais, esporádicas, aleatórias ou, ainda, assinaláveis são fatores geradores de variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível, e não podem ser adequadamente explicadas, onde não se é possível obter um padrão.

A causa esporádica diferencia-se da causa comum pelo fato de produzir resultados totalmente discrepantes em relação aos demais valores.

Estas variações aleatórias são produzidas pelas interações entre mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos. Exemplos de causas especiais são: desregulagem ocasional da máquina, um lote de matéria-prima com problema, quebra de uma ferramenta e outras (TORMINATO, 2004).

3.7. Defeito e Classificação de defeitos

Todo processo pode apresentar em seus produtos defeitos, sendo alguns defeitos críticos e outros não, para isso é necessário conhecer os defeitos do processo e classificá-los de acordo com o nível de criticidade do produto (PALADINI, 2000):

Defeito nada mais é que uma não conformidade do produto quando comparado as suas especificações. Por sua vez, um produto é classificado como defeituoso em relação a um ou mais características da qualidade, se forem identificados um ou mais defeitos a ele associados (PALADINI, 2000).

Em geral, podem-se classificar os defeitos de acordo com sua importância. Para tanto, utilizam-se três categorias segundo (PALADINI, 2000), logo abaixo:

- Os defeitos críticos (ou graves) são defeitos associados à função essencial do produto, que impedem sua utilização efetiva e inviabilizam seu emprego para aquilo a que se propõe o produto;

Existem dois tipos de defeitos críticos os que impedem o uso do produto, afetando sua função essencial e os que não impedem o uso do produto, mas afetam as condições de contorno relativas ao uso do produto.

- Os defeitos maiores são os que não impedem a utilização efetiva do produto em um dado momento, mas tendem a curto ou em médio prazo, inviabilizar esta utilização, ou seja, são defeitos que comprometem a vida útil do produto. São classificados nesta categoria, ainda, defeitos que atingem a eficiência do produto, reduzindo sua capacidade de operação ou provocando custos mais altos que os normais devido aos problemas que acarretam ao seu funcionamento normal.
- Por fim, os defeitos menores (ou irregularidades) são defeitos que não chegam a provocar alterações substanciais na função essencial do produto, mas podem ser atribuídos a imperfeições de acabamento.

4. METODOLOGIA

4.1. Procedimento Metodológico

Para atingir os objetivos deste trabalho, utilizou-se do método de estudo de caso dentro da empresa Línea Paraná, utilizando do controle estatístico do processo, para melhor visualização das causas e controle do processo.

4.1.1. Problema

Durante anos a empresa utiliza o CEP, apenas como uma ferramenta simples, onde são apenas apresentados dados e nenhum dos defeitos é corrigido, então o intuito foi solucionar os defeitos da implantação antiga do CEP no processo de fabricação de molduras, melhorando a tomada de ação em tempo real para evitar problemas durante o processo.

4.1.2. Implantação do Processo

A empresa já havia implantado o CEP, entretanto como a empresa voltou há atuar este ano, pois estava sem atividades, o CEP teve que ser reformulado, principalmente as fichas de inspeção para atender as necessidades reais do processo, com isso novas fichas foram reformuladas neste ano, sendo que uma delas será utilizada neste trabalho, a ficha de inspeção de Molduras a qual avalia os defeitos presentes na molduras, bem como as dimensões do produto.

4.1.3. Método

A princípio iniciou-se construção das cartas de controle por variáveis e atributos, bem como para construção do diagrama de Pareto, estratificação e histograma, utilizou-se para a geração dos gráficos o programa Excel e Minitab.

O processo seguiu com a construção das cartas de controle das Molduras, para qualidade visual e dimensional, onde esses dados são registrados e gerados gráficos no programa Excel, na empresa e o intuito também é utilizá-lo no programa Minitab para obter respostas mais rápidas.

A idéia desta nova implantação dos CEP é ter os dados no momento real, ou seja, realizada a inspeção, no mesmo momento gerar os gráfico para realizar uma avaliação e caso necessário interferir no processo antes que um erro maior ocorra.

4.1.4. Monitoração

Para a realização deste trabalho, foi monitorado durante os meses de Agosto e Setembro de 2010, o processo de fabricação de molduras, onde avaliou-se os níveis de defeitos existentes nas molduras.

Acompanhou-se o processo durante 40 dias, nos meses de Agosto e Setembro, durante o primeiro turno (7 horas às 16 horas e 48 minutos), com uma hora para o almoço, com um total de 8 horas e 48 minutos por dia e (semana um total de 44 horas) e também o segundo turno que tem como horário das 22h12min às 07h00min horas, com uma hora para a janta, perfazendo um total de 8 horas e 48 minutos no dia e por semana dando um total de 44 horas. O Segundo turno trabalham poucos colaboradores por isso nem sempre a moldureira esta em atividade no segundo turno.

4.2. Estudo de Caso

4.2.1. Empresa

Empresa Moldureira

Empresa Moldureira estabelecida no Norte do Paraná, emprega mais de 400 colaboradores e tem como produto as molduras, batentes para portas e janelas, portas, kit porta pronta e guarnições.

Tendo como mercado os Estados Unidos da América, Europa e Brasil.

Área

A Empresa Moldureira, encontra-se instalada em uma área de 230.000 m², sendo 35.000m² de área produtiva e 100.000 m² de pátio.

Capacidade instalada / ano – Produção Anual

- Serraria..... 150.000 m³
- Secagem..... 150.000 m³
- *Blanks* 100.000 m³
- Painéis..... 30.000 m³
- Portas 1.200.000 unidades
- Batentes de Portas.... 1.200.000 unidades
- Guarnições 2.000.000 unidades

4.2.2. Características da Empresa

A Empresa moldureira é transformadora de madeira de Pinus com certificação ambiental. Produzem batentes para portas e janelas, molduras, Portas,

Kits Porta Pronta e guarnições. Fornece sua produção para o mercado interno e consumidores internacionais destes produtos.

4.2.3. Histórico da empresa

Ano - 1989

Início da implantação da Planta Empresa Moldureira, localizada no Norte do Paraná.

Mercado: Itália, Construção Civil – 100%.

Ano - 1992

Início das operações no mês de agosto.

Produtos:

- Fôrmas para Concreto
- Vigas Coladas para Fabricação de Janelas
- *Blockboards*

Mercado: Itália, Construção Civil – 100%

Ano - 1995

Mudança Cambial na Itália Leva Foco Para USA.

Produtos:

- *Blocks*
- *Blanks*

- Painéis para móveis

Mercado: Europa Componentes de Móveis - 20% USA *Blocks, Blanks* e molduras para Construção civil - 80%

Ano - 1997

Crescimento Mercado USA.

Produtos:

- Molduras (*Blanks Usinados*)
- Painéis

Mercado: Europa Componentes de Móveis - 20%, USA *Blocks, Blanks* e molduras para Construção civil - 80%

Ano - 2001

Início de parceria com grandes clientes nos USA com desenvolvimento de produtos customizados.

Produtos:

- Molduras
- Componentes de Portas
- Batentes
- Componentes de Móveis

Mercado: USA - 98%, Europa Componentes de Móveis - 2%

Ano - 2004

Início de desenvolvimento do Mercado Europeu tanto na customização de produtos intermediários como em produtos de uso final.

Produtos:

- Molduras
- Batentes
- Componentes de Móveis
- Componentes de Portas
- Fôrmas para Concretagem (*Formwork shuttering boards*)
- Vigas para sustentação de Fôrmas (*Formwork I Girder*)

Mercado: USA - 80%, Europa - 20%

Ano – 2006

Aumento na participação no Mercado Europeu.

Produtos:

- Molduras
- Batentes
- Componentes de Móveis
- Componentes de Portas
- Fôrmas para Concretagem (*Formwork shuttering boards*)
- Vigas para sustentação de Fôrmas (*Formwork I Girder*)

Mercado: USA - 40%, Europa - 60%

Ano - 2008

Iniciou fornecimento para o mercado Brasileiro

Produtos:

- Molduras
- Batentes
- Portas
- Kit Porta Pronta
- Componentes de Móveis
- Componentes de Portas

Mercado: USA-20%, Europa - 20%, Brasil 60%

Ano – 2010 (Hoje)

Produtos:

- Molduras
- Batentes
- Portas
- Kit Porta Pronta
- Componentes de Móveis
- Componentes de Portas

Mercado: USA-20%, Europa - 20%, Brasil 60%

Para o estudo de caso de controle estatístico de processo foi observado localmente o processo de produção de uma indústria de porte médio, que trabalha

com o beneficiamento de pinus taedda e pinus elliottii, para a produção de molduras, localizada no Paraná.

Devido à crise do ano de 2009 a empresa foi obrigada a encerrar suas atividades, devido à parada das vendas de seus produtos ao exterior e ao mercado interno e também devido a problemas internos de produção. Retornando a funcionar apenas em Janeiro de 2010.

O processo de produção das molduras passa por várias etapas, o qual acarreta grandes desperdícios durante o processo, gerando perdas significativas a empresa, por isso o objetivo deste trabalho é avaliar os defeitos das molduras e suas possíveis soluções, para a empresa se manter competitiva no mercado e assim crescer e se firmar.

A moldura é composta por vários *blocks* que são unidos pelo processo de emendar a madeira, formando um *Blanck*, de comprimento, espessura, largura diferentes que são definidas pelo cliente. Podem ser molduras cruas sem base para pintura (*Raw*) ou com base para pintura (*Primed*).

4.3. Processo de fabricação

Como o trabalho restringi-se ao processo de produção de molduras, apenas este será descrito neste tópico.

O processo de produção de molduras passa por vários setores, necessitando de um acompanhamento da produção para a minimização de perdas durante o processo produtivo.

4.3.1. Fluxograma Pré – Produção Serraria

Setor inicial do processo tem como função a transformação da matéria – prima (toras) em tabuas. Seguindo a ordem do fluxograma acima, abaixo é descrita função de cada equipamento:

Descascador: Retira a casca das toras, pois as cascas carregam sujeira principalmente sílica que prejudica o corte das serras diminuindo a vida útil destas.

Serra Fita Vertical: Composta por duas serras fitas que transformam as toras em semi-blocos.

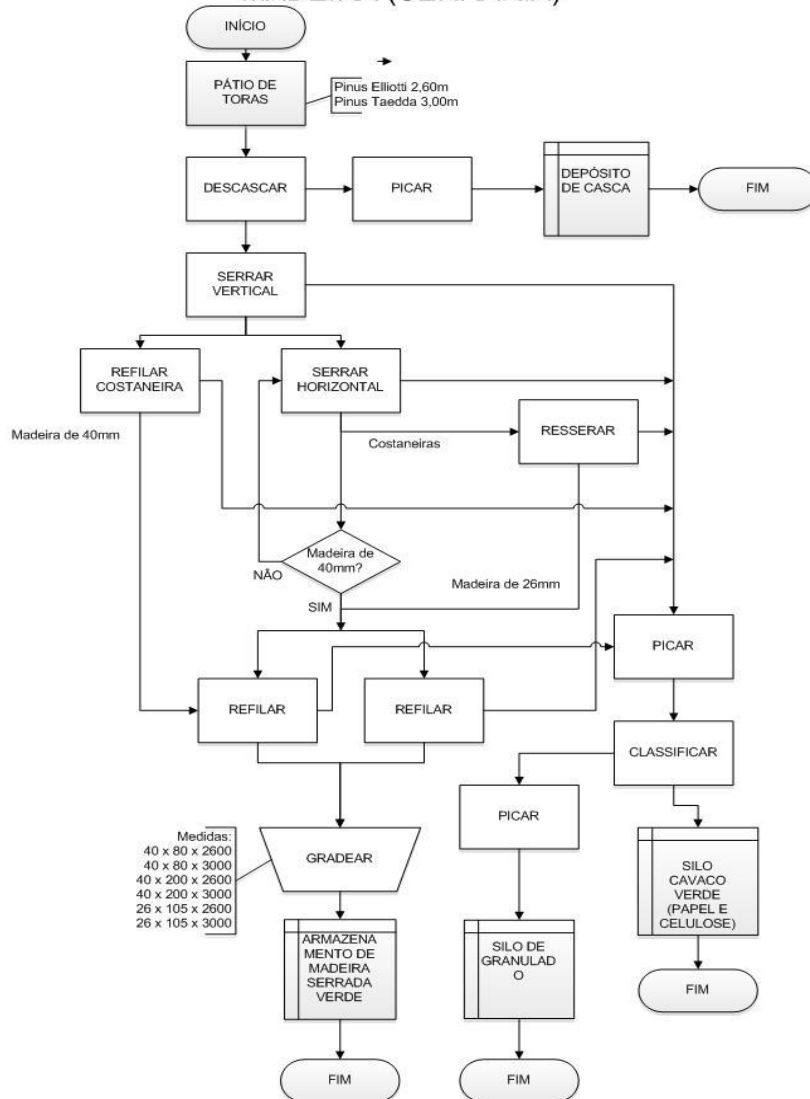
Serra Fita Horizontal: Compostas por duas serras fitas horizontais que realizam o corte do semi-bloco em 2 ou 3 tabuas e uma costaneira, caso o semi-bloco gere alguma tabua maior que 40 mm, esta retorna a serra fita horizontal e retirada novamente mais tábuas. As costaneiras que não tiveram espessura suficiente para gerar uma tabua de 26 mm vão para o picador.

Refiladeira 3 : As costaneiras que possam gerar tabuas de 26 mm de espessura passam pela para a retirada da casca da parte de cima e depois seguem para a refiladeira.

Refiladeira 1 e 2 ou Serra Múltipla: as tabuas de 40 mm e as costaneiras de 26 mm de espessura passam pela refiladeira para serem refiladas, ou seja, retirar a casca das laterais, depois elas passam pela mesa onde as de 26 mm são gradeadas manualmente por um funcionário e as demais seguem para serem gradeadas semi-automáticas, onde as tabuas são colocadas lado a lado e com a ajuda de cilindros pneumáticos e são colocadas juntas em cima dos tabiques, os quais são colocados manualmente por dois funcionários. Como as tabuas de 40 possuem maior volume de produção necessitam de um sistema mais rápido que as de 26 mm.

Após este processo os pacotes são retirados com o auxílio da empilhadeira e são colocados no estoque até que atinjam o volume para serem encaminhadas para a estufa de secagem.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA (SERRARIA)



MEDIDAS DE CONTROLE: ESPESURA DE TÁBUAS NA SAÍDA DAS REFILEIRAS E ALINHAMENTO DE TABIQUES NO GRADEAMENTO.

Figura 12 – Fluxograma da Pré-produção (serraria)

4.3.2. Fluxograma Secagem

Neste setor ocorre o processo de secagem da madeira que visa reduzir a umidade da madeira a um teor de umidade de 8 a 12%, com o mínimo de defeitos, normalmente este processo na empresa leva de 120 a 135 horas e depois mais 24 horas para descanso da madeira para evitar possíveis tensões.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE SECAGEM

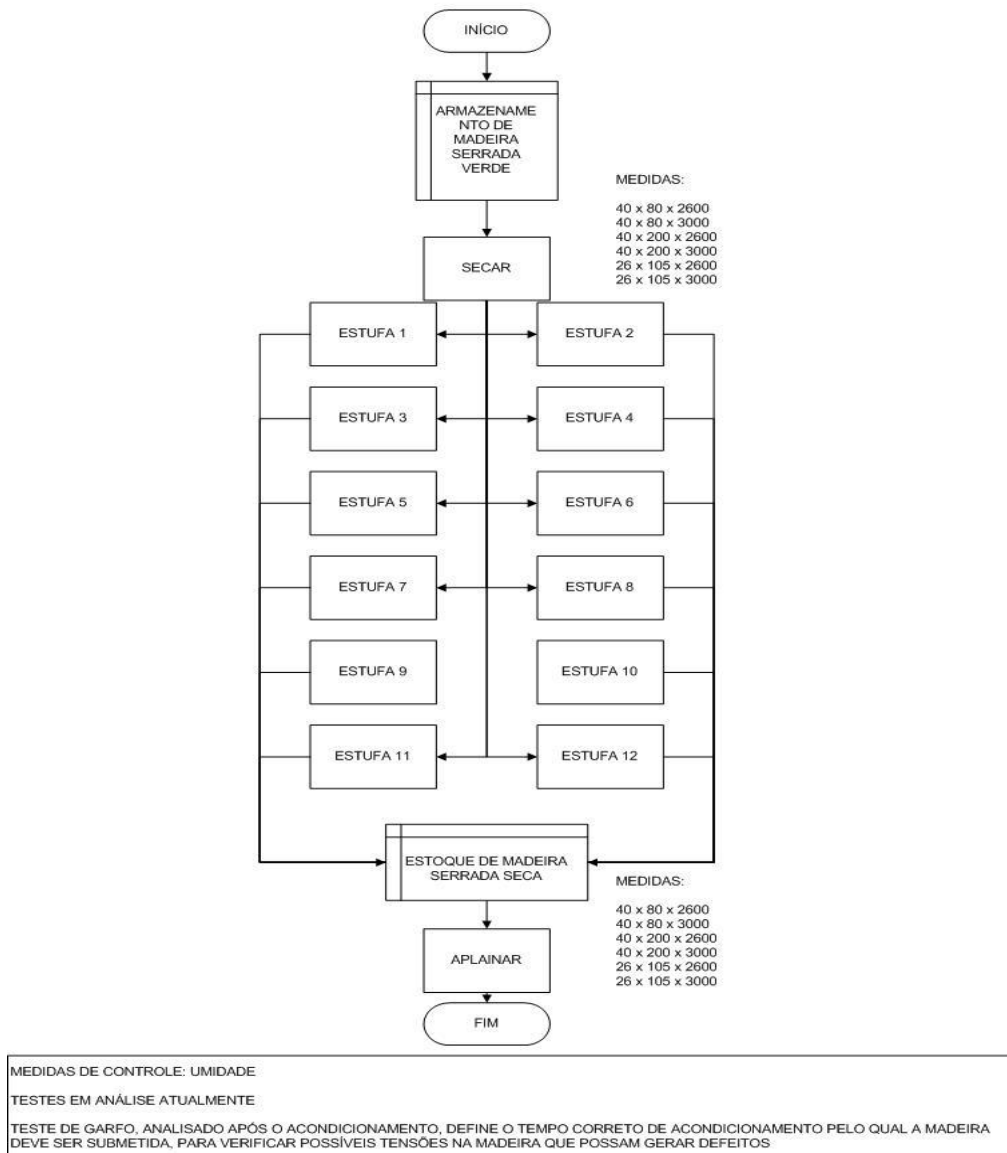


Figura 13 – Fluxograma Pré-produção (secagem)

4.3.3. Fluxograma Replaina

Este setor tem como função realizar o aplainamento da madeira nas faces superior e inferior. Após este processo são passadas para as refiladeiras que possui mesa otimizada de cortes das tábuas para melhor aproveitamento gerando os refilos de larguras desde 51 mm a 124 mm.

Depois são passadas para o setor de destopo que realiza os cortes nos refilos retirando nós e imperfeições e classificando as peças chamadas de *blocks* (blocos de madeira) em A, B, C e com casca. Os *blocks* devem ter comprimento mínimo de 114,3mm e máximo de 508 mm.

FLUXOGRAMA DA REPLAINA

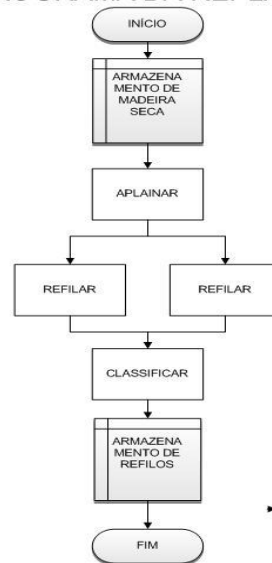


TABELA DE LARGURAS													
pol	2	2 1/8	2 1/4	2 3/8	2 1/2	2 3/4	2 7/8	3 1/8	3 3/8	3 5/8	3 3/4	4 1/8	4 7/8
mm	51	54	58	61	64	70	74	80	86	93	96	111	124

MEDIDAS DE CONTROLE: ESPESSURA, LARGURA E UMIDADE DOS REFILOS

Figura 14 – Fluxograma da Pré – produção (Replaina)

4.3.4. Fluxograma Destopo

Nesta etapa do processo os refilos são cortados, formando os blocks, os quais são classificados como:

Blocks A – peças isentas de defeitos (*Clear*), utilizadas nas molduras e guarnições.

Blocks B – peças com medula, casca na parte lateral menor que 10 mm e madeira felpuda menor que 35 mm, utilizadas nos batentes e guarnições.

Blocks C – peças com trincas, felpudas maior que 35, nós, refilados baixos e bolsa de resina, utilizadas nos sarrafos das portas.

Blocks com casca – peças com casca na lateral inferior a 25% da espessura, utilizadas para batentes.

Para a produção de molduras apenas os blocks A são utilizados, os demais são utilizados para portas, batentes e guarnições.

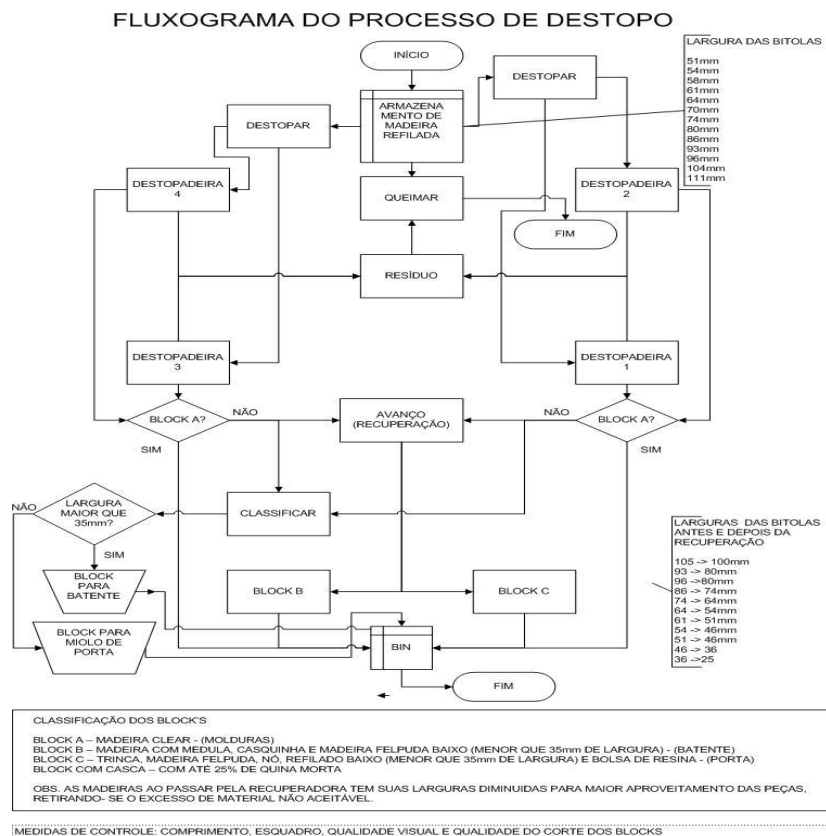


Figura 15 – Fluxograma Pré-produção (Destopo)

4.3.5. Fluxograma *Finger - Joint*

Finger- Joint – Máquina que recebe os *blocks* realiza o corte nas faces em forma de dedos, depois passa cola e comprime os *blocks*, formando uma peça de maior comprimento chamada de *blanks*, que podem ser cortadas em diversos comprimentos de acordo com sua utilização. Após a formação dos *blanks*, estes esperam por um período de 6 horas para a cura completa do adesivo, de acordo com as especificações do fabricante.

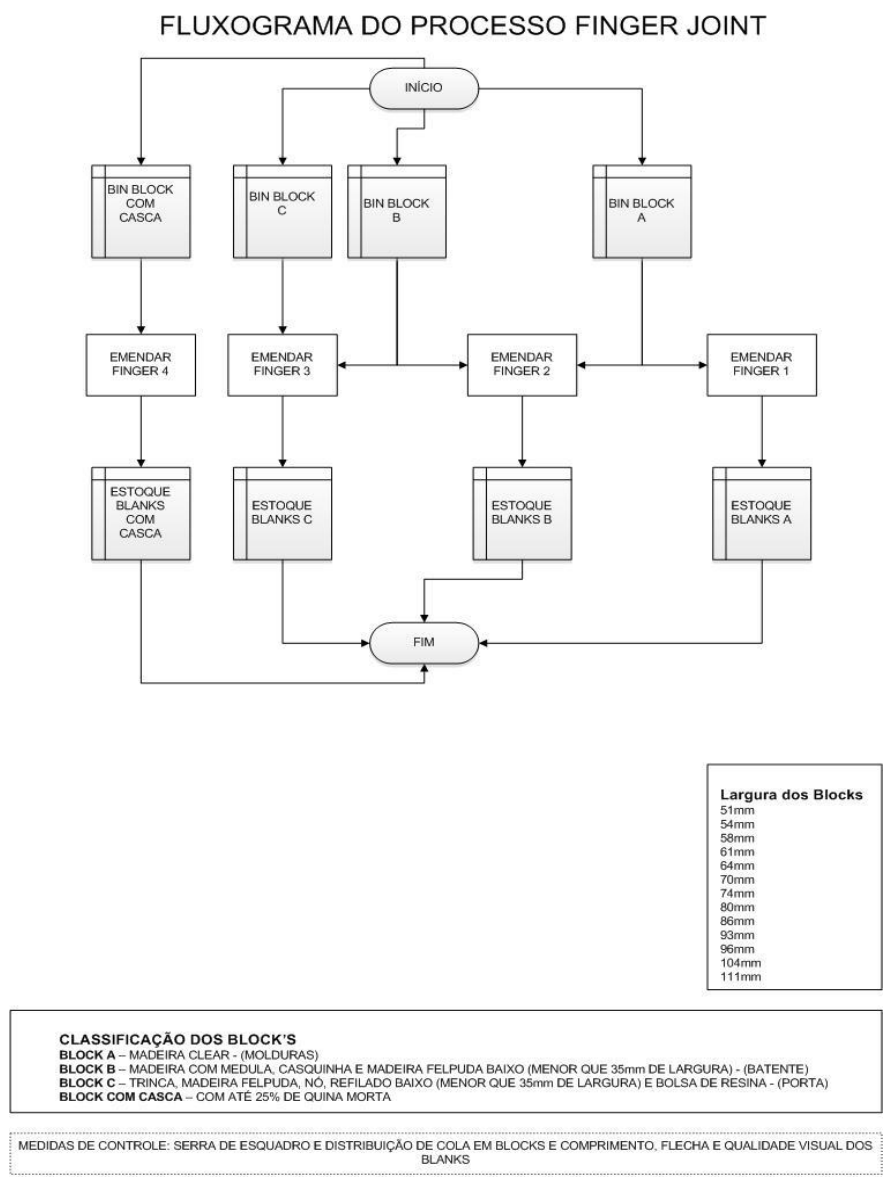


Figura 16 – Fluxograma Pré-produção (finger joint)

4.3.6. Fluxograma Produção de Molduras

Serra fita Transversal – Esta serra recebe os *blanks* e os corta longitudinalmente na espessura desejada da moldura e depois são passadas na moldureira.

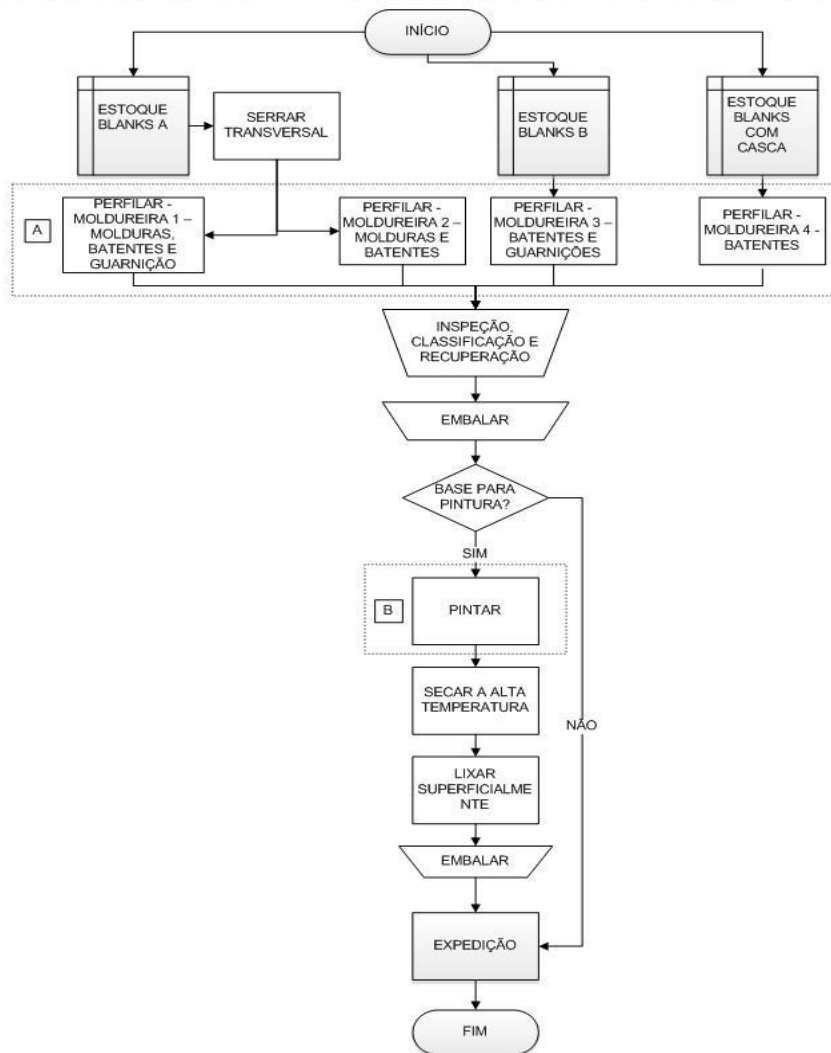
Moldureira: máquina que com o auxílio de cabeçotes composto de faca, recebem o *blanks* e processam este, dando o perfil desejado, ao final do processo sai a moldura nas dimensões requisitadas e são inspecionadas numa mesa por funcionárias, e podem seguir adiante, serem recuperadas ou descartadas. As peças recuperadas são peças com pequenas trincas, lascados, pontas de agulhas, mordias e pequenos orifícios que podem ser tampados com massa e as peças que não tem como recuperar que são mandadas para destopar para outros tamanhos para aproveitadas as demais.

Pintura: caso a moldura seja crua ela não passa por este setor e vai direto para o empacotamento e expedição, caso seja uma moldura que tenha que ter uma base branca esta passa por este setor e pintada e depois secada a altas temperaturas.

Lixamento: após a secagem as molduras com base branca recebem um lixamento superficial com lixas bem finas para acabamento, depois são gradeadas e mandadas para a expedição;

Expedição: Setor onde os pacotes são preparados para o transporte e depois são despachados.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MOLDURAS



MEDIDAS DE CONTROLE

A - COMPRIMENTO, LARGURA, ESPESSURA, PERFIL E QUALIDADE VISUAL DAS MOLDURAS
 B - MEDIDAS DE CONTROLE: QUALIDADE VISUAL NA PINTURA DAS MOLDURAS

Figura 17 – Fluxograma Produção (molduras)

Logo abaixo na figura 18 está o macro fluxograma do processo de produção de molduras para um melhor entendimento do processo, fazendo uma simplificação do processo já explicado.

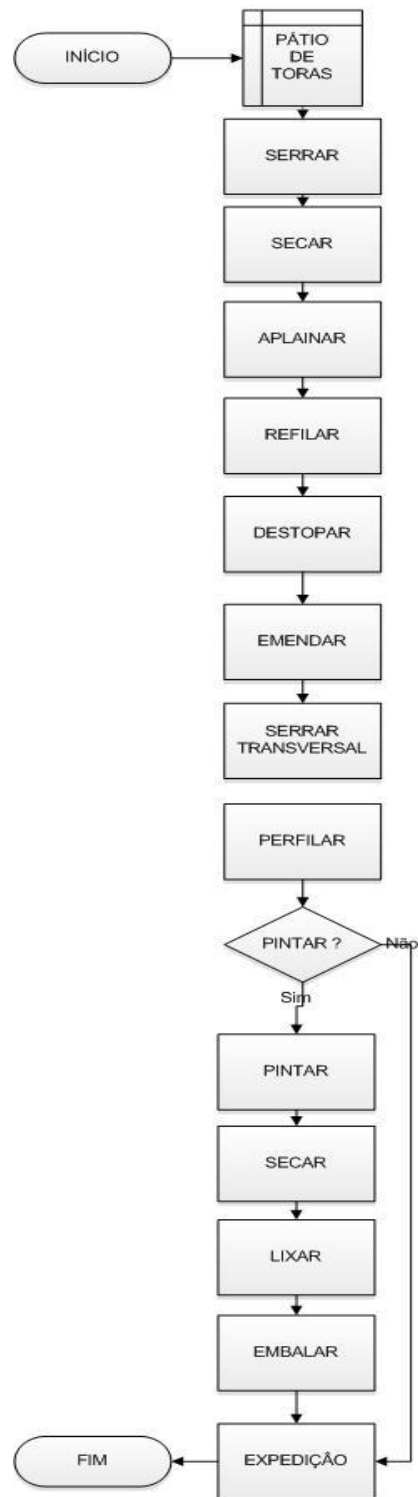


Figura 18 – Macro Fluxograma do Processo de Fabricação de Molduras

4.4. Defeitos do Produto

Um produto pode apresentar em sua linha de produção defeitos ou falhas, alguns defeitos são frequentes, outros esporádicos, as molduras apresentam alguns tipos de defeitos que devem ser avaliados. Para isso é feita a inspeção por amostragem para fazer o levantamento dos problemas e assim poder solucioná-los.

As molduras são avaliadas em duas partes, uma pela inspeção dimensional que serve para dizer se a moldura está dentro dos limites de espessura, largura, comprimento e perfil e a segunda que diz respeito à inspeção de qualidade visual que serve para avaliar os defeitos presentes na moldura, verificando se os níveis de defeitos estão sendo controlados.

Após alguns estudos foi criada a ficha de Inspeção das Molduras (Anexo D) e são avaliados todos os defeitos citados abaixo:

- Trincas – São fissuras que aparecem geralmente no perfil da moldura, conforme figura 19.



Figura 19 – Peça com defeito – Trinca.

- *Open Joint* – ocorre quando as uniões do *finger joint* não estão ligadas completamente, quando há um espaço separando-as, conforme figura 20.

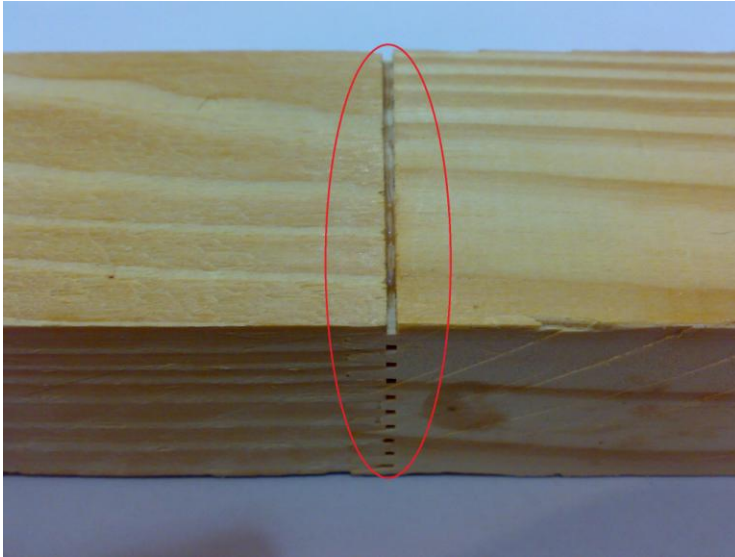


Figura 20 – Peça com defeito – *Open Joint*.

- Lascado – são pedaços da madeira que podem lascar, geralmente nas laterais da peça, conforme figura 21.



Figura 21 – Peça com defeito – Lascado.

- Quebrado - peças quebradas durante o processo, conforme figura 22.

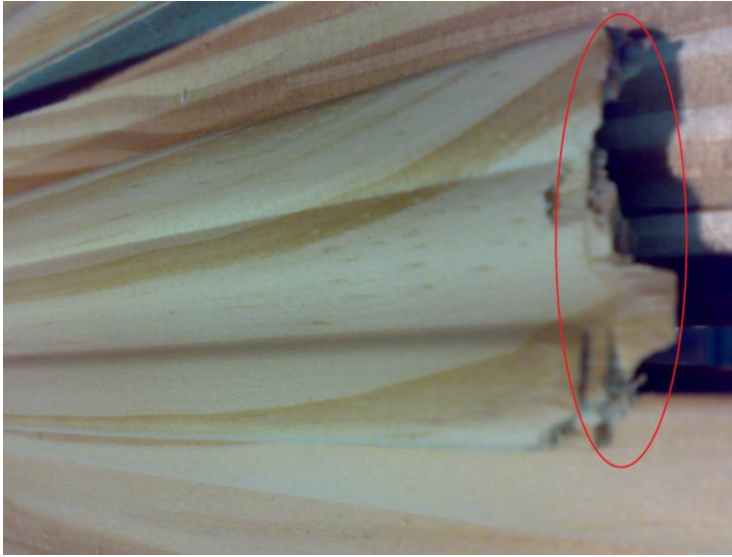


Figura 22 – Peça com defeito – Quebrada.

- Bolsa de resina - As bolsas e canais de resina são formações anelares, de comprimento e forma variados, caracterizando-se como uma formação anormal na madeira, provocando uma descontinuidade do lenho, conforme figura 23.



Figura 23 – Peça com defeito – Bolsa de Resina.

- Medula - A *medula* é o vestígio deixado no centro do tronco pela estrutura apical a partir da qual se desenvolveu o tronco da planta. É em geral uma fina estrutura (de

alguns milímetros de diâmetro), quase sempre mais escura do que o material que a rodeia e sem qualquer importância para a determinação da qualidade ou usos da madeira, conforme figura 24.



Figura 24 – Peça com defeito – Medula.

- Azulado – o azulado corresponde à ação dos fungos que provocam uma coloração azulada na madeira e, embora não afete as propriedades físicas mecânicas da madeira desvaloriza-a esteticamente, conforme figura 25.

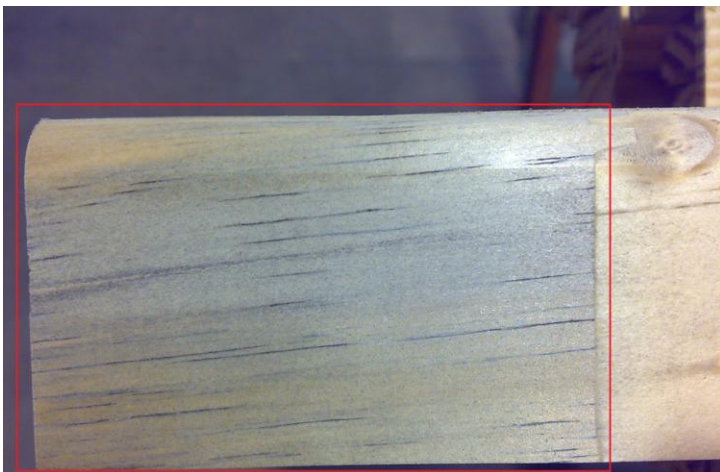


Figura 25 – Peça com defeito – Azulada.

- Falha plaina – São orifícios causados pela batida da faca gerando pontos no perfil da madeira, ou uma região inteira diminuindo a espessura do local onde foi acertada, conforme figura 26.



Figura 26 – Peça com defeito – Falha plaina.

- Falha Lateral – Quando o *blank* não possui a largura mínima necessária e entra na plaina moldureira, a plaina não consegue realizar o processo como deveria e o perfil da moldura acaba sendo prejudicado, conforme figura 27.

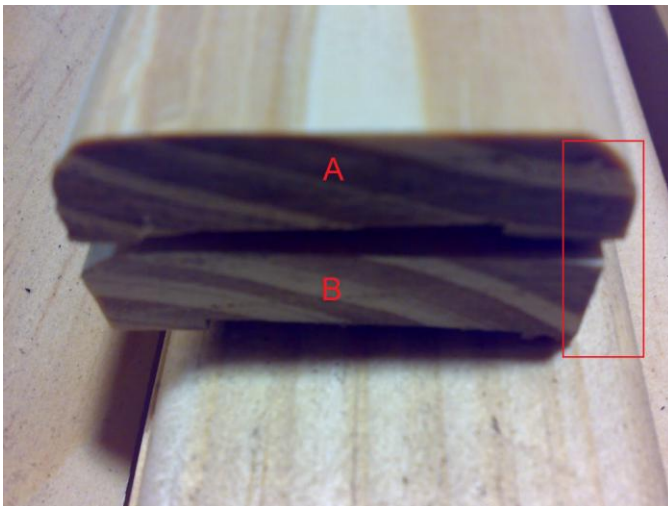


Figura 27 – Peça com defeito – Falha lateral

a peça A esta isenta de defeitos, esta apenas para comparativo com a peça B, a qual não possui a largura mínima para gerar o perfil na moldureira o que gerou uma falha lateral

- Marca de rolo – São marcas rebaixadas causadas no perfil da moldura pelos rolos tracionadores da plaina moldureira, conforme figura 28.



Figura 28 – Peça com defeito – Marca de rolo

- Mordida – São marcas elevadas causadas no perfil da madeira, conforme figura 29.

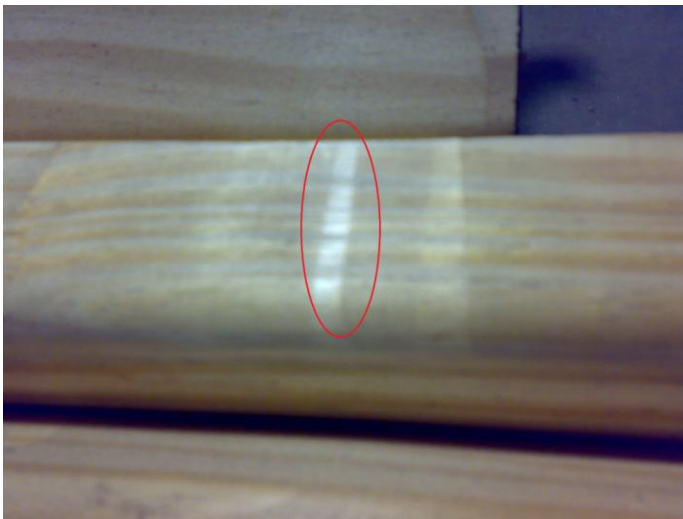


Figura 29 – Peça com defeito – Mordida

- Ponta de agulha – nas ligações de topo (*Finger-Joint*) bem na linha de junção aparecem pequenas falhas, conforme figura 30.



Figura 30 – Peça com defeito – Ponta de agulha – São pontos falhados na linha do finger joint, são difíceis de ver a distancia.

- Massa – A massa é utilizada para cobrir defeitos, entretanto, quando usada em excesso, gera um defeito, pois a peça fica esteticamente alterada, figura 31.



Figura 31 – Peça com massa, quando se tem o excesso de massa ou a má colocação da massa isso gera um defeito, pois no processo adiante necessita ser lixada para melhorar o aspecto.

4.5. Controle de qualidade

O setor de qualidade é responsável pela criação das folhas de verificação, feita a partir dos dados durante o processo, criação de gráficos de acompanhamentos, análise dos gráficos, assim procurando pontos que estejam fora do normal os quais possam ser solucionados, procurando melhorar o processo.

4.5.1. Coleta de Dados

A inspeção das peças é realizada por inspetores do Controle de Qualidade da Fábrica, os quais são responsáveis pela coleta de dados referentes às dimensões, perfil e qualidade visual das molduras, utilizando o sistema de amostragem de peças aleatórias, conforme as normas. Para isso o inspetor de qualidade segue alguns passos para realizar essa coleta de dados:

- Coleta de dados da moldura produzida no momento, dimensões de comprimento, espessura e largura que são retiradas no livro de desenho das molduras, Coleta de dados de cliente e PO (Pedido de Operação) que são retirados da folha de Planejamento de Produção que são entregues aos operadores das moldureiras.
- Utiliza-se o gabarito, para depois verificar se as amostras estão dentro do perfil (desenho da moldura).
- Retirada de 10 molduras (amostras) durante o processo, de forma aleatória.
- Realiza-se a inspeção dimensional da peça que visa verificar se a moldura está dentro dos limites de tolerância, na espessura, largura e comprimento. Limite de tolerância para molduras 0,79 mm para cima ou para baixo.
- Realiza-se a inspeção do perfil da peça para verificar se o desenho está correto e dentro dos limites de tolerância das dimensões.

- Realiza-se a inspeção de qualidade visual que visa verificar os níveis de defeitos das peças.
- Anotação dos dados na Folha de Verificação.
- Entrega das Folhas de Verificação no final do turno ao analista de Qualidade.

Caso as dimensões estejam fora dos limites ou os níveis de defeitos estejam acima do normal, o inspetor de qualidade deve avisar o operador da moldureira para corrigir as dimensões e defeitos, e assinar na folha de verificação. Qualquer anormalidade deve ser escrita na folha de Verificação no campo de Observações para possível análise do analista de Qualidade. Dados como parada de máquina, repetição de algum defeito em excesso, anormalidades ou qualquer anotação que o faça necessário.

Quanto à qualidade visual as peças que estiverem conformes são devolvidas para serem embaladas. As peças que necessitem de algum reparo voltam para serem corrigidas com massa ou lixamento dependendo do defeito e as peças que não tiverem recuperação são separadas para mais tarde serem destopadas em comprimentos menores.

Caso o pacote amostrado tenha uma porcentagem muito alta de defeitos, pois o aceitável é de 5%, o pacote deve ser re-inspecionado, ou seja, os funcionários têm que inspecionar todo o pacote novamente, para que os defeitos não passem para frente, causando mais trabalho aos outros setores, o que ocasiona perda de tempo e aumento dos custos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de fabricação de molduras é um processo que avalia o nível de defeitos. Os produtos devem atender as especificações do consumidor. O CEP é uma ferramenta eficaz para garantir a qualidade da produção.

Com a utilização do CEP os seguintes resultados foram obtidos.

A inspeção como já foi citado anteriormente realiza a Inspeção Dimensional e a Inspeção de Qualidade Visual.

Para a montagem dos gráficos foram necessários dados, estes estão nos anexos A,B e C.

5.1. Levantamento dos Níveis de Defeitos – Inspeção de Qualidade Visual

Neste primeiro tópico a Inspeção de Qualidade Visual será analisada.

Com o auxílio das ferramentas de qualidade, Diagrama de Pareto e Gráfico de Controle por Atributos (P – Fração Defeituosa) foi possível chegar aos seguintes resultados abaixo como mostra as figuras 32, 33,34 e 35.

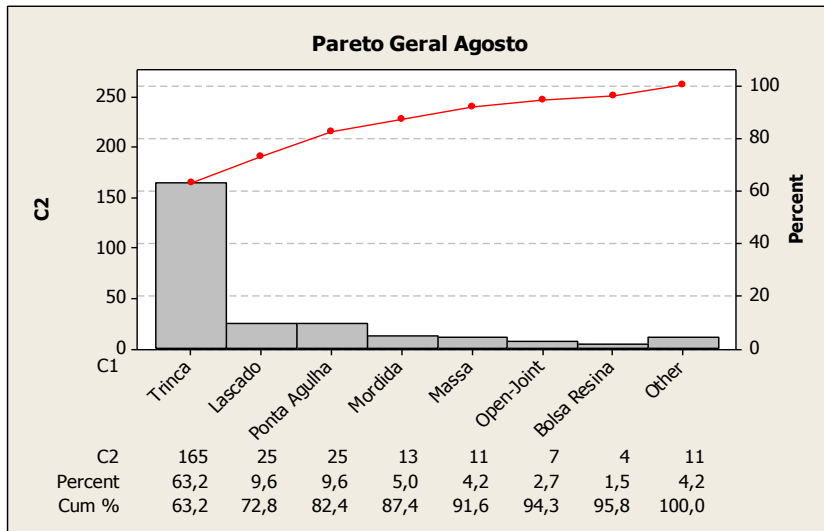


Figura 32 – Diagrama de Pareto para o mês de Agosto

Como mostra o Diagrama de Pareto acima do mês de Agosto, os 3 maiores defeitos que se apresentam neste mês foram trinças, lascados e pontas de agulha seguidos por mordida, massa, *open joint* e bolsa de resina respectivamente. Ou seja os problemas devem ser resolvidos nesta ordem começando pela trinca até os menos relevantes.

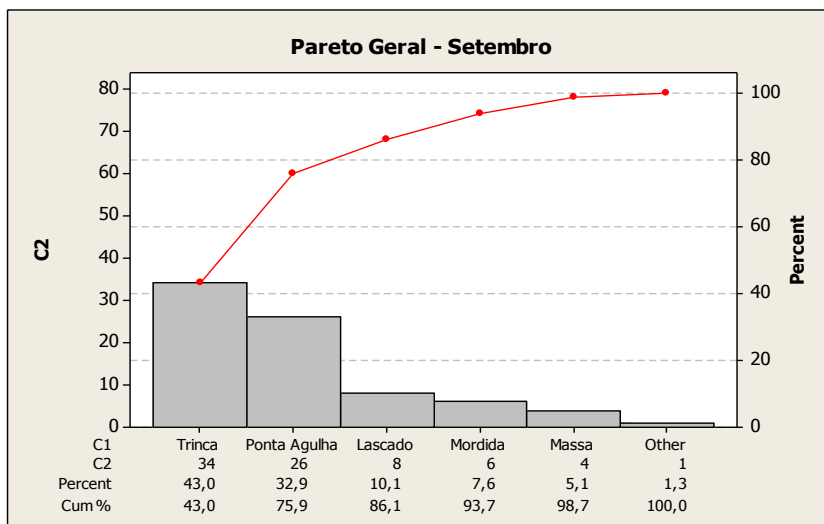


Figura 33 – Diagrama de Pareto para o mês de Setembro

Como mostra o diagrama acima do mês de Setembro os três maiores problemas foram trinca, ponta de agulha e lascado, seguidos por mordida e massa.

Como percebe-se durante os dois meses avaliados os três maiores defeitos aparentes nas molduras são trinca, ponta de agulha e lascado, sendo a trinca sempre em primeiro nos dois meses e tendo entre ponta de agulha e lascado uma alteração nas ordens. Dentre os 13 tipos de defeitos possíveis nas molduras esses três são os mais presentes e devem ser tratados como prioridade, pois estes três defeitos trarão maiores benefícios caso sejam solucionados.

Nos gráficos abaixo são avaliadas as proporções de defeitos das molduras, como percebe-se na figura 34, o mês de agosto tem 4 pontos acima do LSC (Limite Superior de Controle), ponto 2, 10, 11 e 13 demonstrando um descontrole do processo. Já na figura 35, o mês de Setembro demonstra apenas um ponto acima do LSC, indicando que o processo está descontrolado.

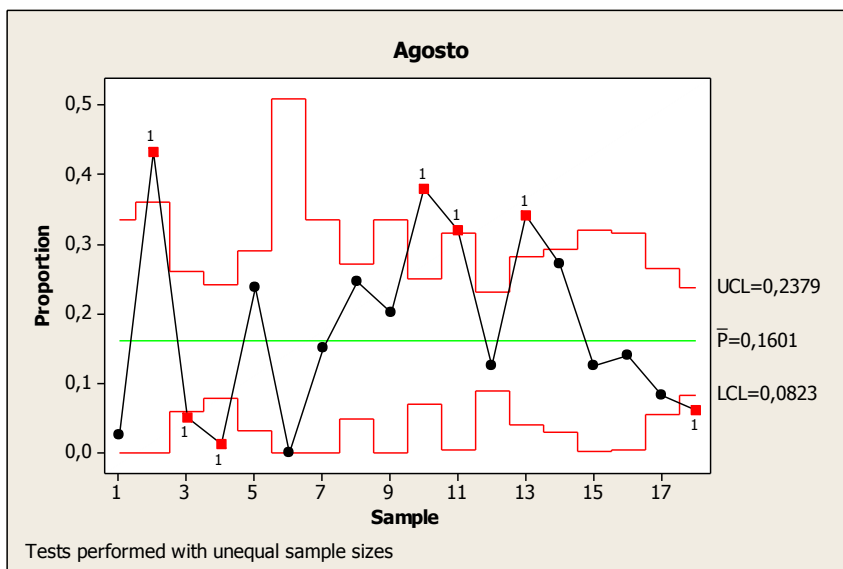


Figura 34 – Gráfico de Fração Defeituosa (p) do mês de Agosto, com amostra variável

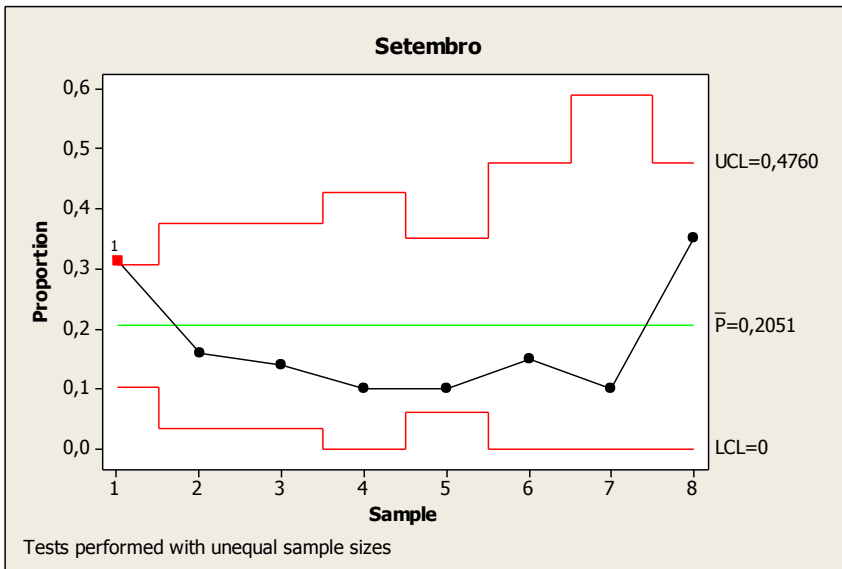


Figura 35 – Gráfico de Fração Defeituosa (p) do mês de Setembro, com amostra variável

Os gráficos 34 e 35, Gráficos de Fração Defeituosa (p), foram utilizados em relação aos gráficos de número de Itens Defeituosos (np) pois apresentam tamanhos de amostra variáveis, diferentes dos gráficos (np) que têm amostra de tamanho constante.

5.2. Levantamento dos Níveis de Dimensão – Inspeção Dimensional

Com a ajuda dos gráficos de controle XbarraR e o histograma pode-se verificar essas especificações do produto, assim pode-se saber se o processo está sob controle.

Na empresa que foi realizado o trabalho durante os 2 meses foram produzidas 25 tipos de molduras diferentes, as quais variam em espessura e largura, para isso logo abaixo é demonstrado uma tabela com as dimensões de cada produto, bem como sua tolerância, modelo e número do desenho, conforme (tabela 1).

Produto		Especificação		
Modelo	Nº Desenho	Espessura(Milímetros)	Largura(Milímetros)	Tolerância(Milímetros)
LWM634 Casing	37	11,1	76,2	±0,79
EC49 Crowns	40	14,29	92,08	±0,79
EC445 Casing	41	17,46	82,55	±0,79
EC366 Casing	43	17,46	57,15	±0,79
EC356 Casing	44p	17,46	57,15	±0,79
EC7302 Casing	45	15,85	53,98	±0,79
EC7304 Casing	46	15,87	63,5	±0,79
EC361 Crown	67	17,46	82,55	±0,79
EC 470 Casing	69	26,99	93,66	±0,79
EC7346 Casing	71p	15,88	57,15	±0,79
EC455 Casing	91p	17,46	88,9	±0,79
EC48 Crowns	92	14,29	107,95	±0,79
EC442 Casing	98	17,46	57,15	±0,79
EC444 Casing	99	17,46	82,55	±0,79
EC610 Base	100	14,29	133,35	±0,79
EC876 Stop	102	11,11	34,93	±0,79
EC1021 Stool	107	17,46	133,23	±0,79
RP-GF01	108 p	15	100	±0,79
EC444 Casing	99	17,46	82,55	±0,79
EC7 Casing	97p	25,4	88,9	±0,79
EC618 Base	101	14,29	133,35	±0,79
A214 Casing	35	15,57	56	±0,79
LWM376 Casing	29	17,46	57,15	±0,79
LWM361 Casing	26	17,46	63,5	±0,79

Tabela 1 – Tabela com modelo e especificações do produto

Algumas desses modelos não entraram na análise deste trabalho, pois durante os 2 meses alguns deles foram pouco produzidos e assim o número de amostras foi reduzido, sendo assim não seria possível retirar uma análise baseada em poucas amostras, portanto neste trabalho apenas 15 modelos foram avaliados.

Como mostra a tabela foram avaliados a espessura e a largura do produto, que neste caso são as peças chaves a serem avaliadas na inspeção dimensional.

5.2.1. Avaliação XbarraR e Histograma para Espessura – Agosto

Nesta parte serão avaliados os níveis de capacidade e estabilidade do processo.

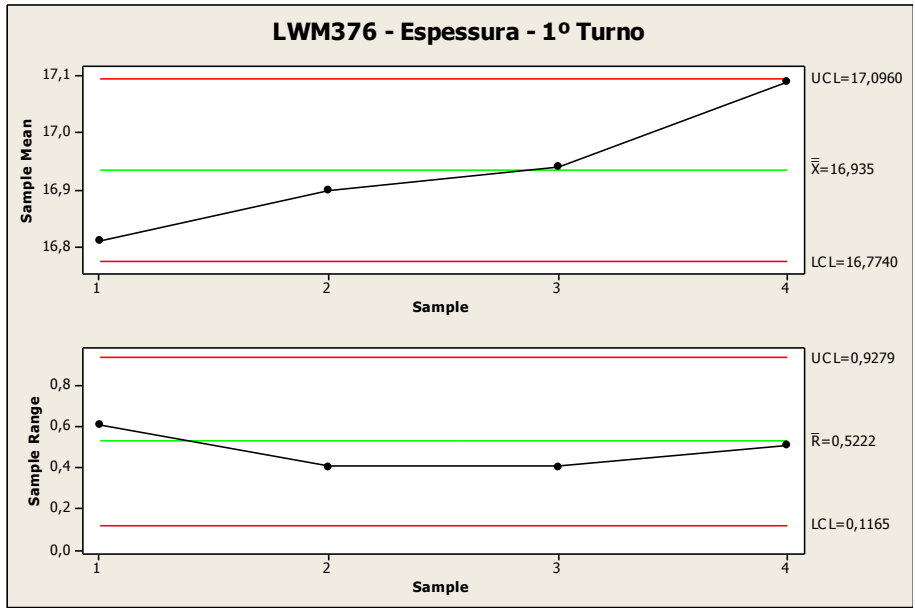


Figura 36 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo LWM376

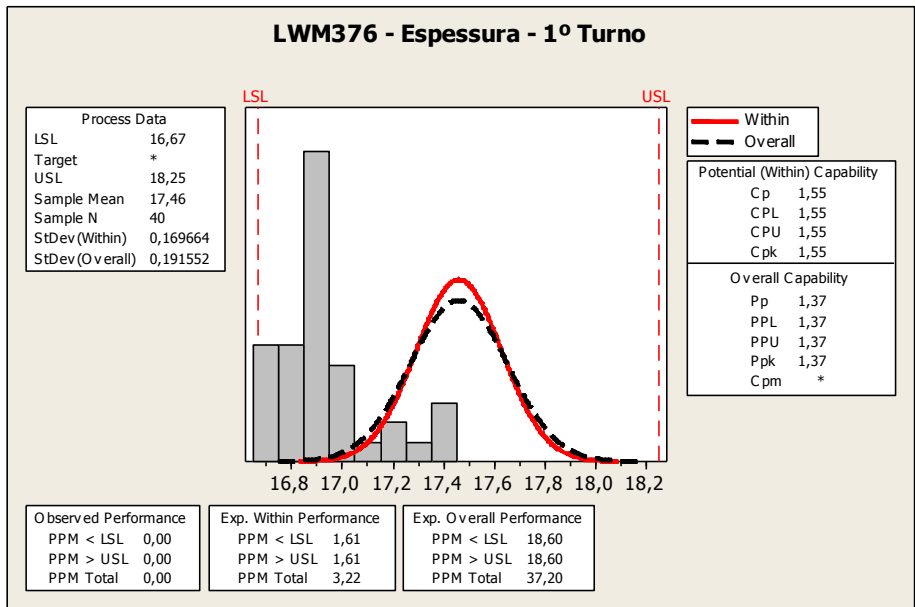


Figura 37 – Histograma avalia espessura do modelo LWM376

A figura 36 mostra que o processo esta sobre controle e não apresenta nenhuma tendência, enquanto que a figura 37 mostra que o processo tem uma parte abaixo do limite e o ponto médio da curva esta deslocado para a esquerda demonstrando assim que qualquer pequeno desvio, já ocorreriam perdas de peças pois está muito justo ao limite inferior de especificação.

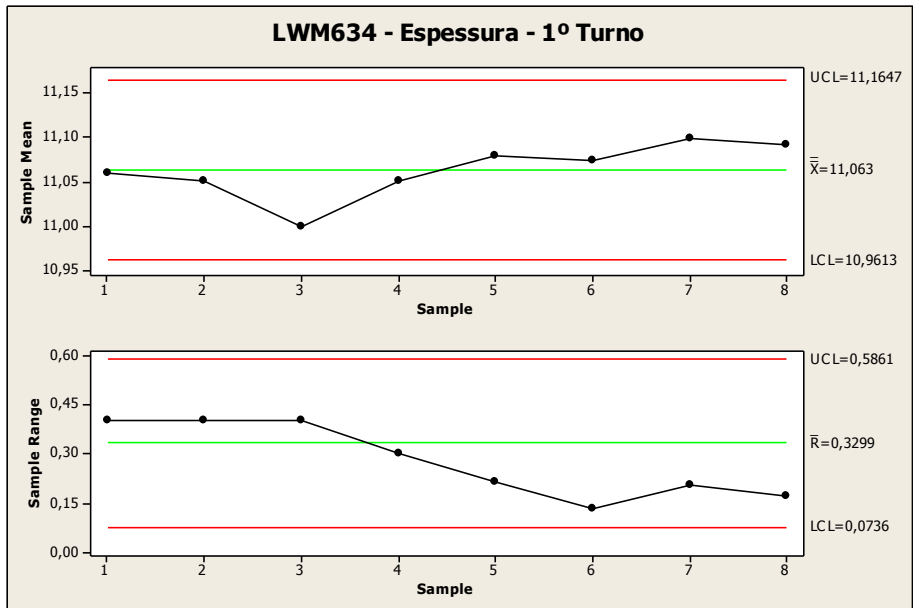


Figura 38 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo LWM634

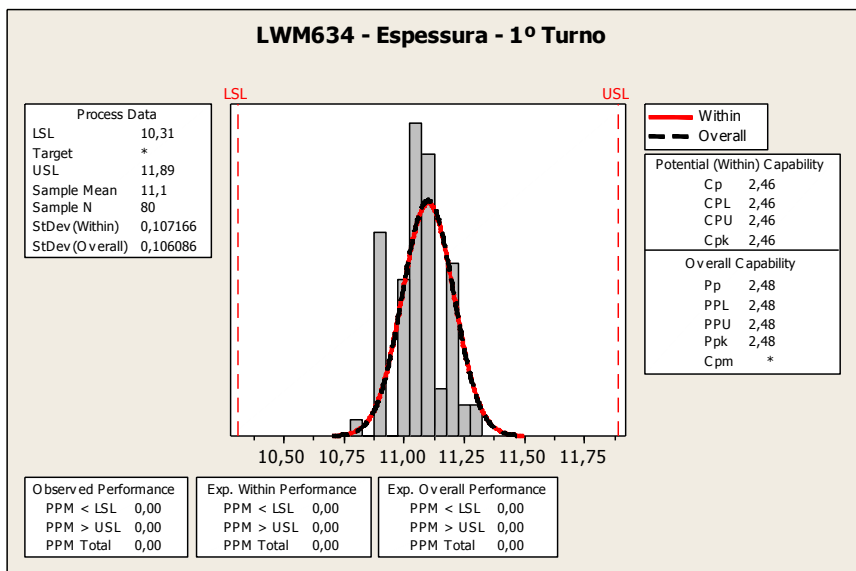


Figura 39 – Histograma avalia espessura do modelo LWM634

A figura 38 mostra que o modelo está sobre controle e não apresenta nenhuma tendência e a figura 39 mostra que as amostras estão dentro dos limites e o ponto médio está no centro. O cp demonstra que é muito maior que 1, assim o processo é capaz de atender os limites de especificação, pois tem baixa variabilidade e concentra-se em torno da média.

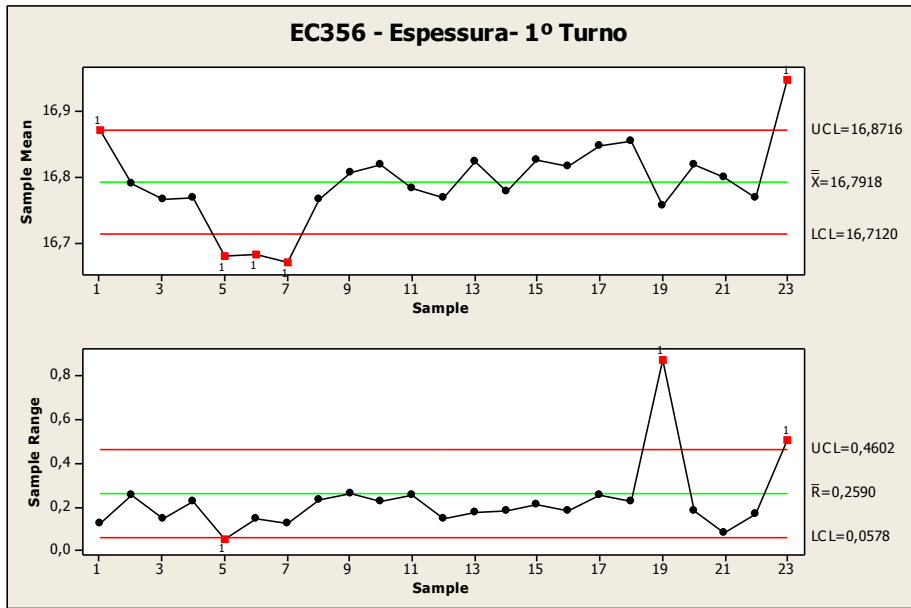


Figura 40 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC356

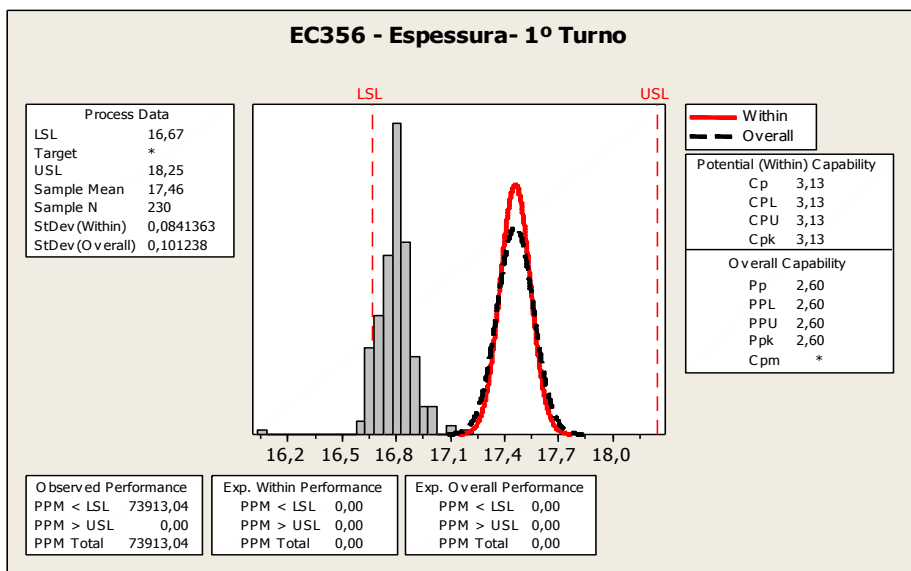


Figura 41 – Histograma avalia espessura do modelo EC356

A figura 40 mostra que o processo tem 5 pontos fora dos limites, pontos 1,5,6,7 e 23, mostrando que o processo está fora de controle. Na figura 41 os dados estão deslocados para a esquerda e alguns estão fora do limite, causando perdas na produção devido às amostras estarem abaixo do limite.

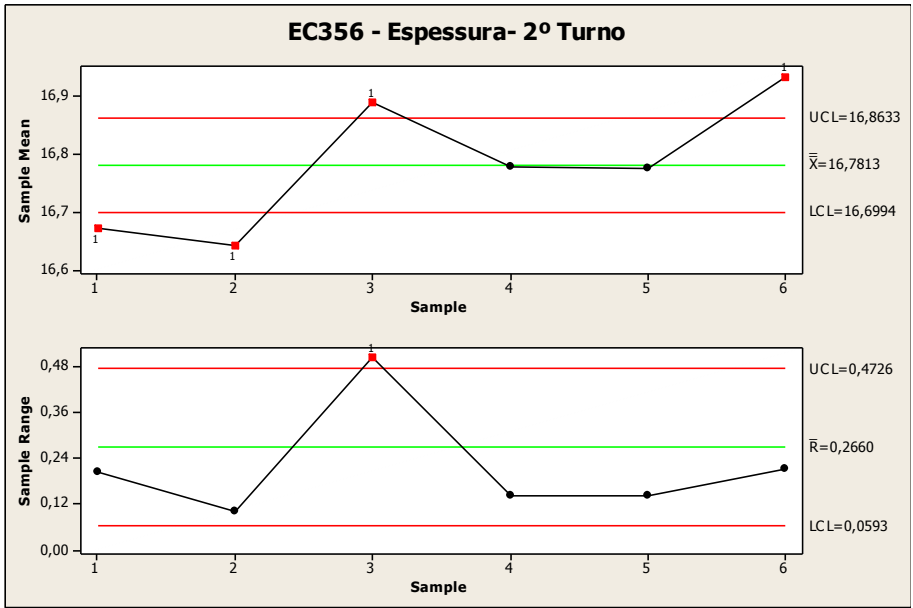


Figura 42 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC356

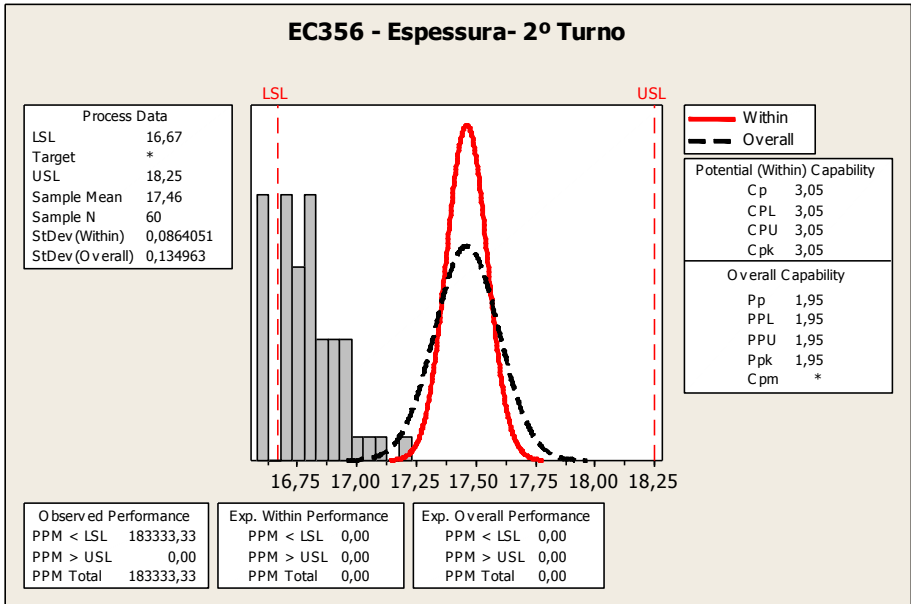


Figura 43 – Histograma avalia espessura do modelo EC356

A figura 42 mostra que o processo esta fora de controle com 4 pontos fora dos limites, pontos 1,2,3 e 6 e no histograma da figura 43, algumas amostras estão abaixo do limite e o ponto médio esta deslocado para a esquerda.

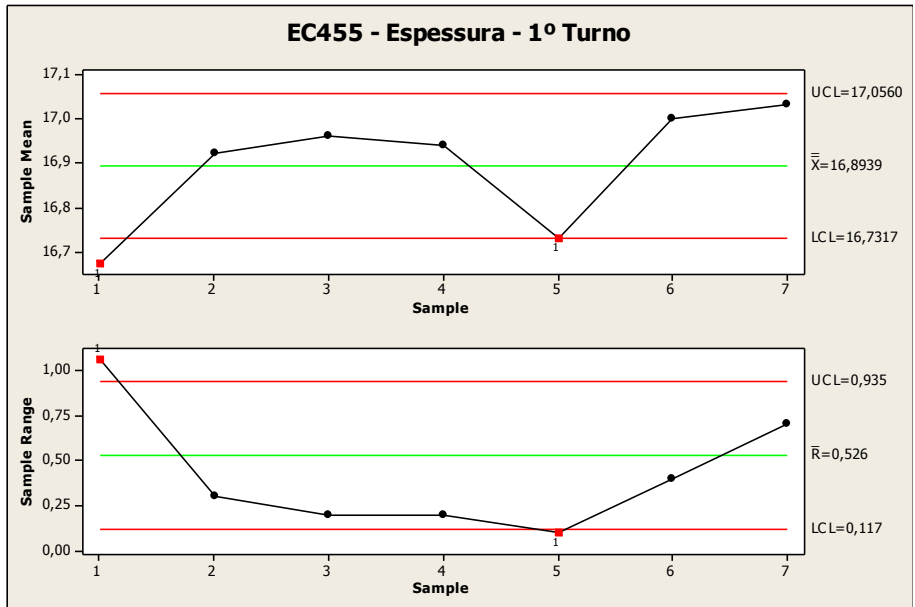


Figura 44– Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC455

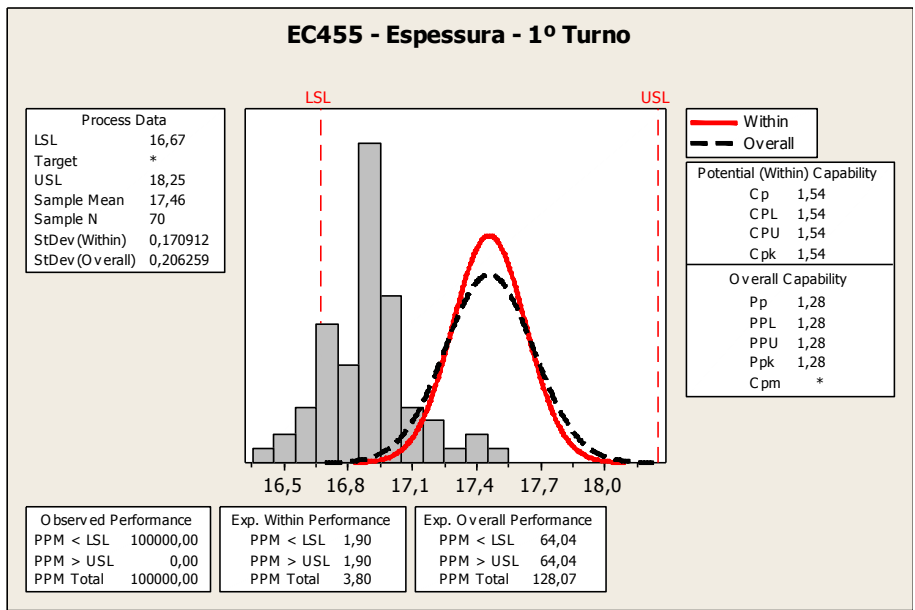


Figura 45 – Histograma avalia espessura do modelo EC455

A figura 44 mostra dois pontos fora de controle, pontos 1 e 5, mostrando um descontrole do processo, já na figura 45 algumas amostras estão fora do limite e o ponto médio esta deslocado para a esquerda.

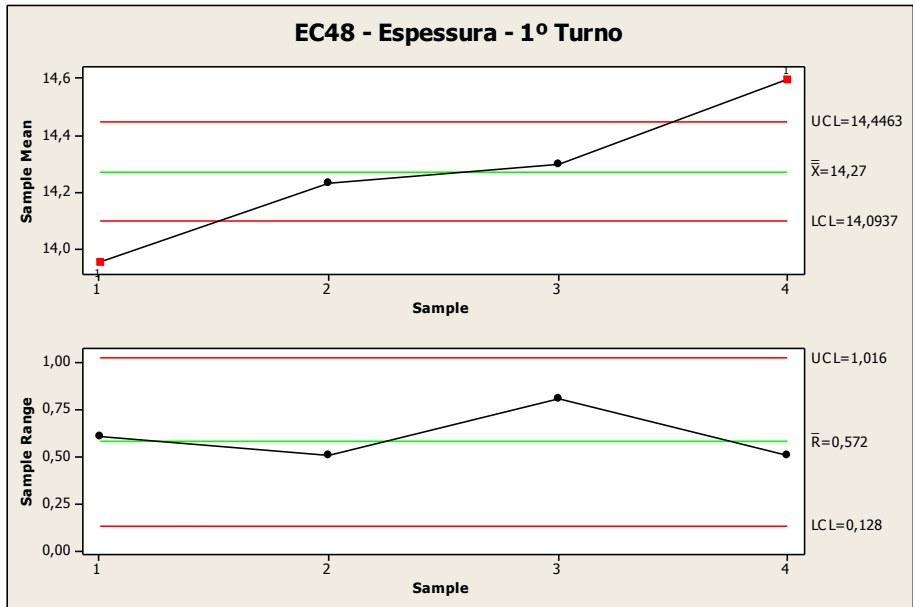


Figura 46 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC48

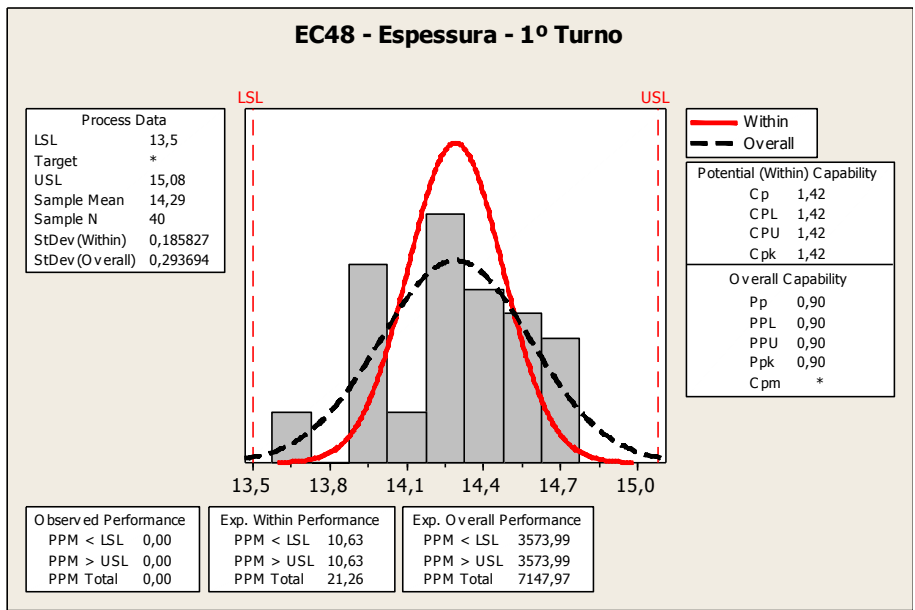


Figura 47 – Histograma avalia espessura do modelo EC48

A figura 46 mostra um descontrole do processo nos pontos 1 e 4, enquanto que no histograma da figura 47 as amostras estão dentro dos limites e o ponto médio está localizado no centro dos limites, entretanto o cp é próximo a 1, mostrando que está muito justo, com grande variabilidade e qualquer mudança de fatores de produção pode levar a perdas.

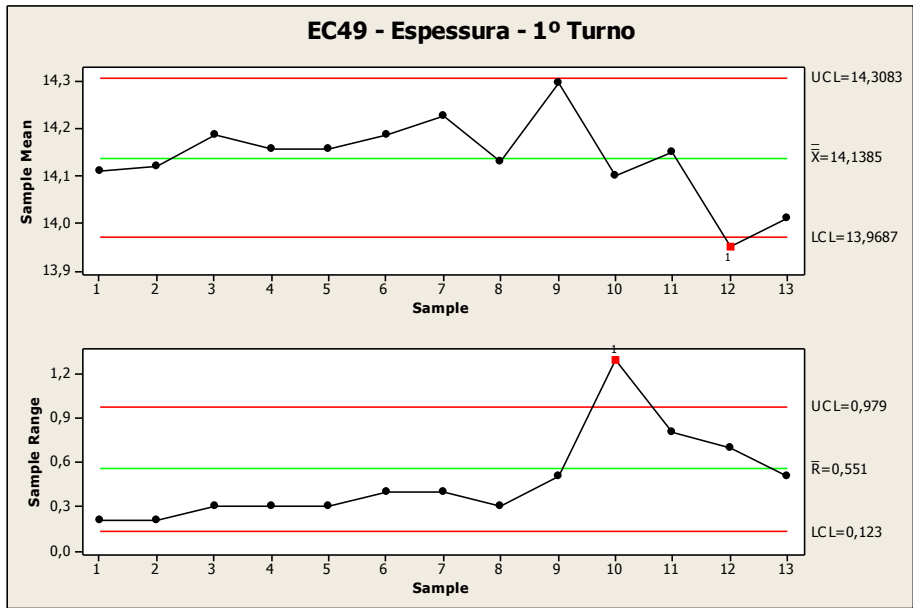


Figura 48 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC49

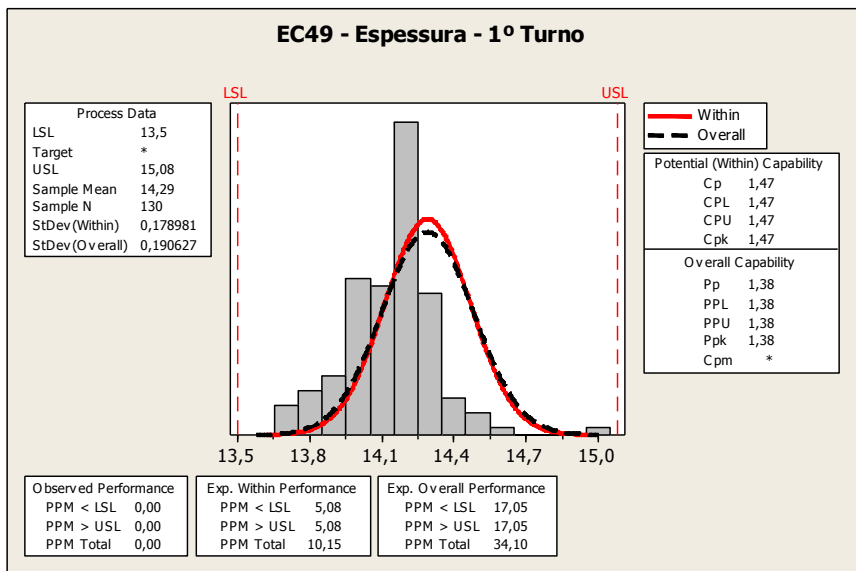


Figura 49 – Histograma avalia espessura do modelo EC49

A figura 48 mostra apenas um ponto fora dos limites, ponto 12 e no histograma da figura 49 as amostras estão dentro dos limites o ponto médio esta no centro, mas o processo mostra uma grande variabilidade nos dados.

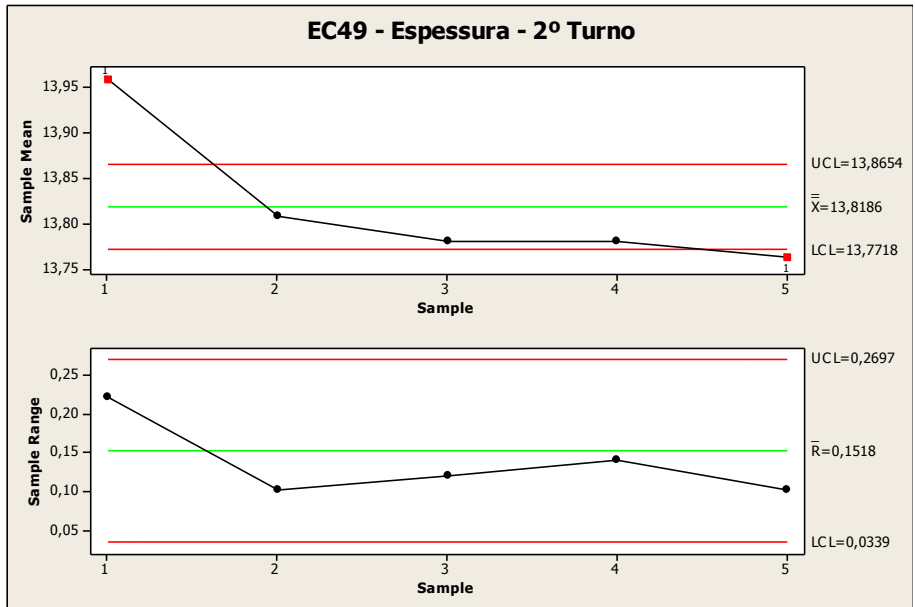


Figura 50 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC49

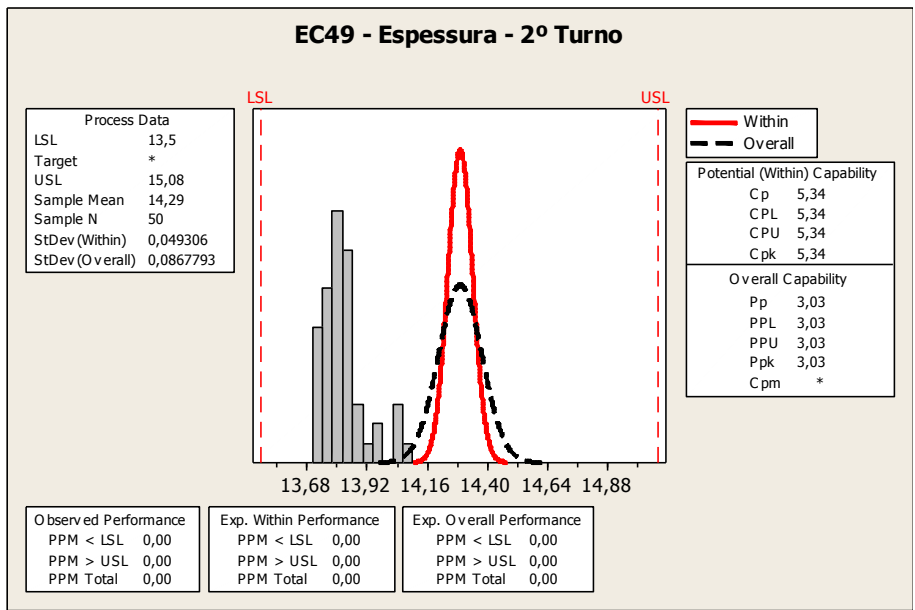


Figura 51 – Histograma avalia espessura do modelo EC49

No gráfico da figura 50 o processo tem 2 pontos fora dos limites, pontos 1 e 5, enquanto que no histograma da figura 51 as amostras estão dentro dos limites, mas estão deslocadas para a esquerda, neste caso a variabilidade é pequena, o cp é baixo, mas esta deslocado muito para a esquerda, demonstrando uma tendência que pode evoluir para perdas no limite de especificação inferior.

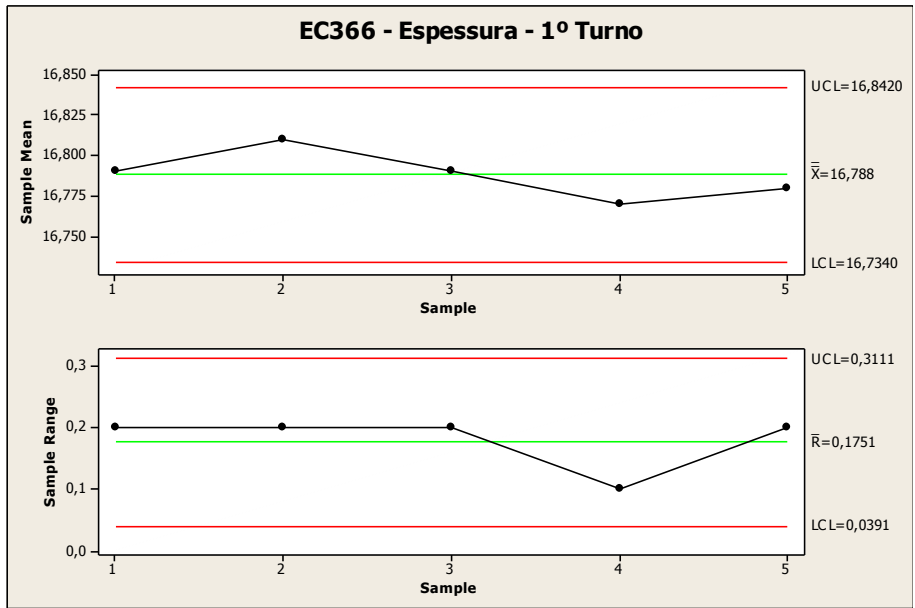


Figura 52 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC366

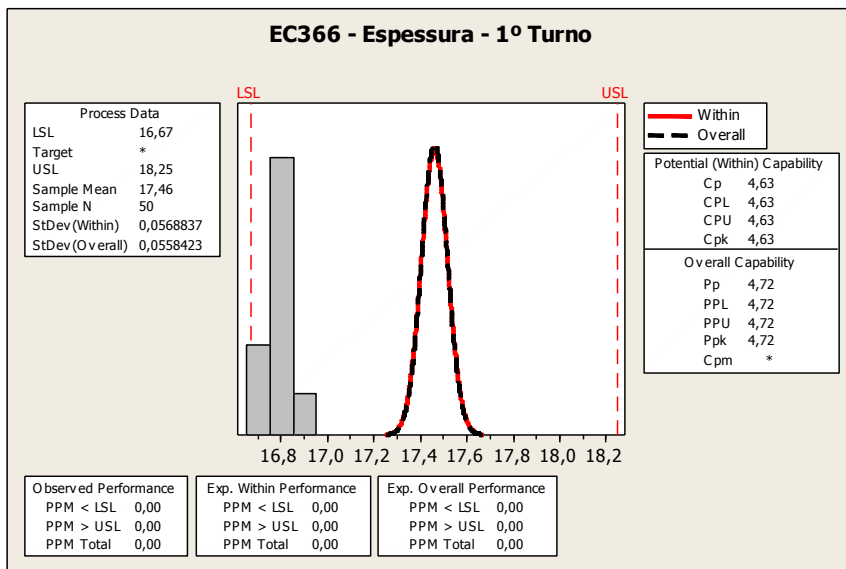


Figura 53 – Histograma avalia espessura do modelo EC366

No gráfico da figura 52 o processo está sobre controle, enquanto que no histograma da figura 53 alguns pontos estão fora do limite e o ponto médio esta deslocado para a esquerda, neste caso a variabilidade é pequena, o cp é baixo, mas esta deslocado muito para a esquerda, demonstrando uma tendência que pode evoluir para perdas no limite de especificação inferior.

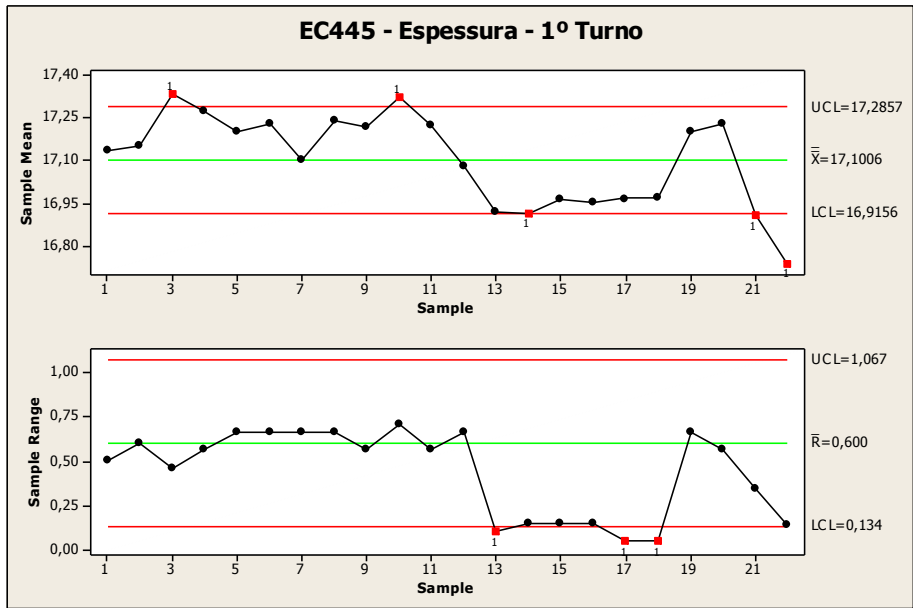


Figura 54 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC445

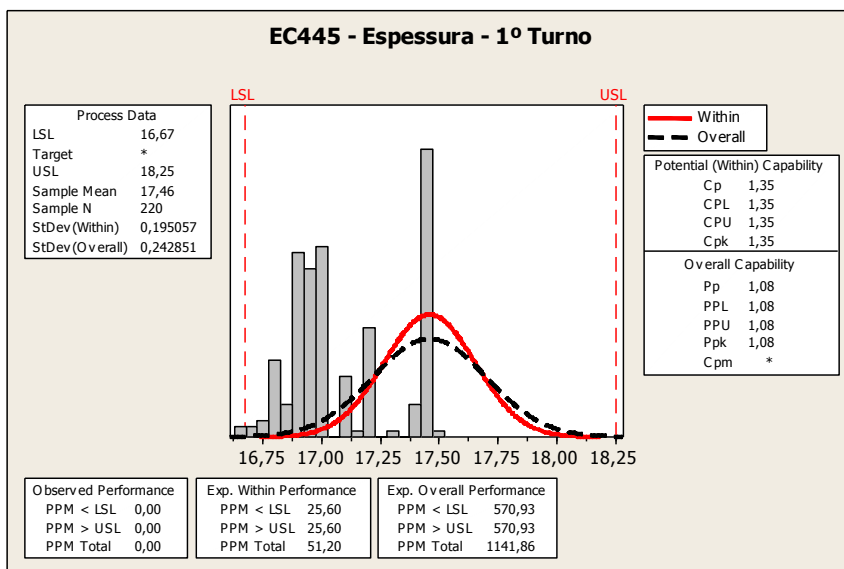


Figura 55 – Histograma avalia espessura do modelo EC445

No gráfico da figura 54 mostra que o processo tem 5 pontos fora de controle, pontos 3,10,14,21 e 22 enquanto que o histograma da figura 55 mostra alguns pontos fora do limite e o ponto médio deslocado para a esquerda com grande variabilidade.

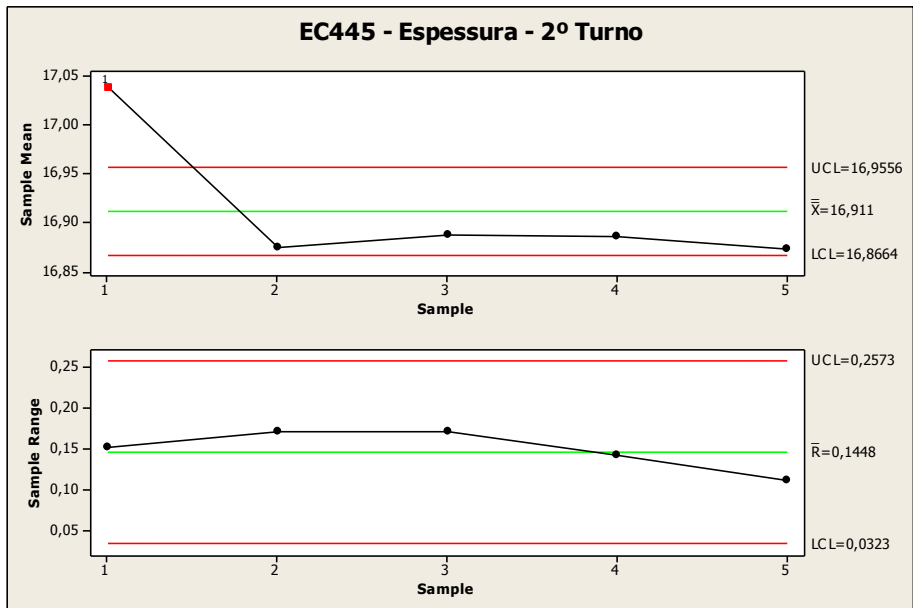


Figura 56 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC445

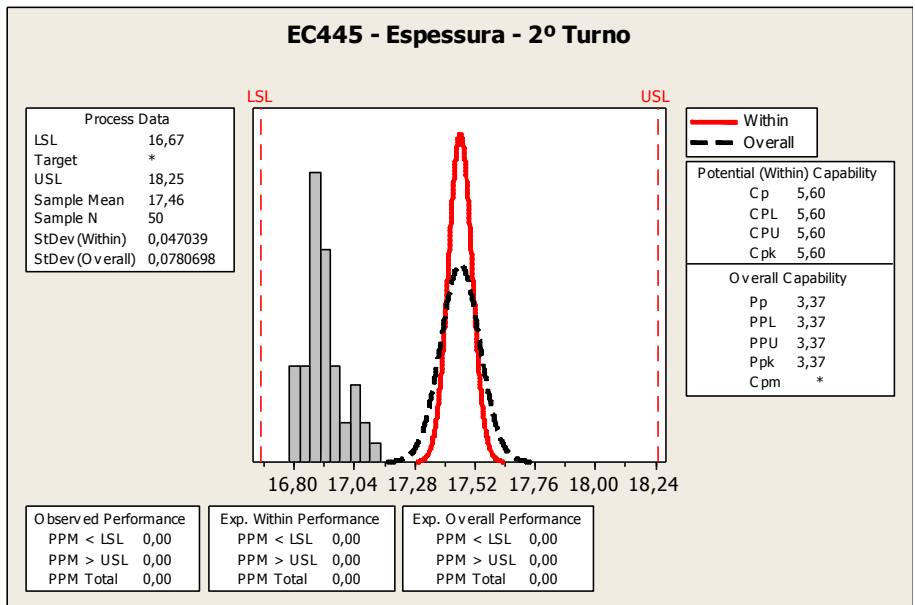


Figura 57 – Histograma avalia espessura do modelo EC445

No gráfico da figura 56 mostra o ponto 1 fora dos limites, enquanto que o histograma da figura 57 mostra que os pontos estão dentro dos limites, mas estão deslocados para a esquerda.

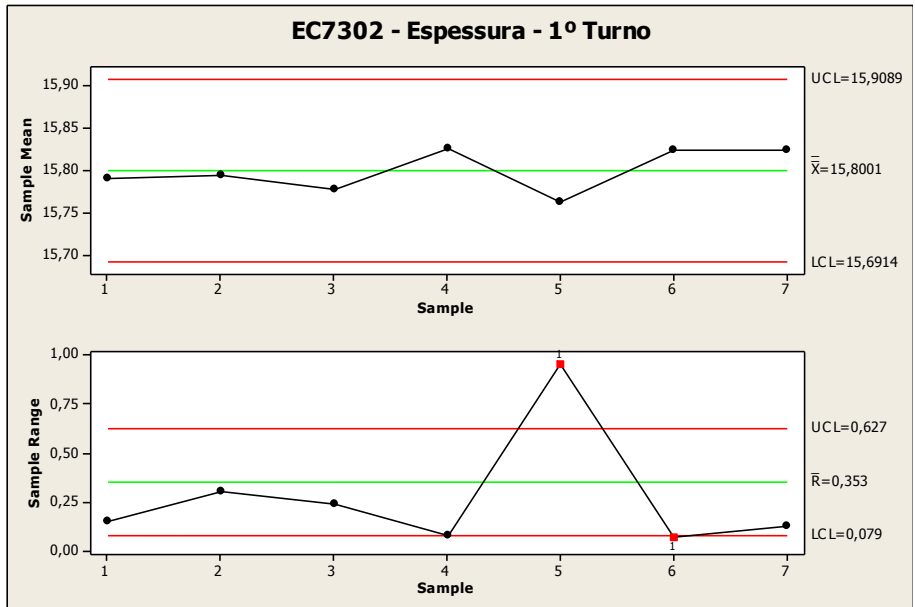


Figura 58 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC7302

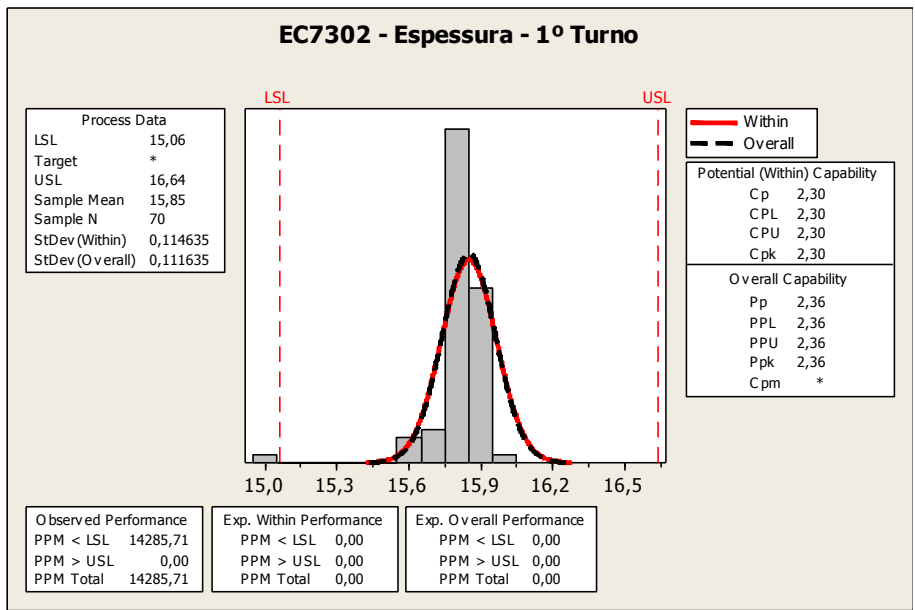


Figura 59 – Histograma avalia espessura do modelo EC7302

No gráfico da figura 58 tem-se 2 pontos fora de controle, pontos 5 e 6, enquanto que no histograma da figura 59 tem-se um ponto fora dos limites, enquanto os demais estão dentro e dentro da variabilidade.

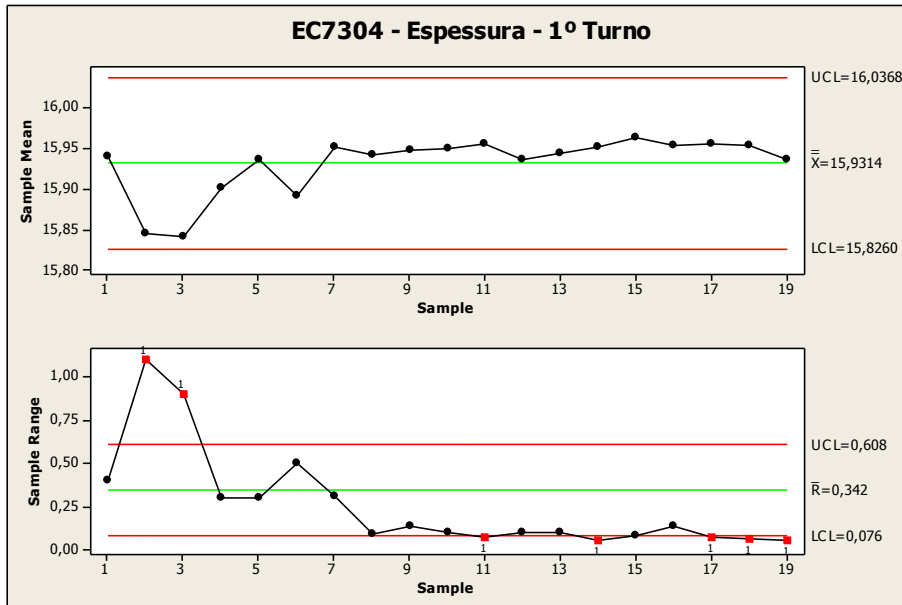


Figura 60 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC7304

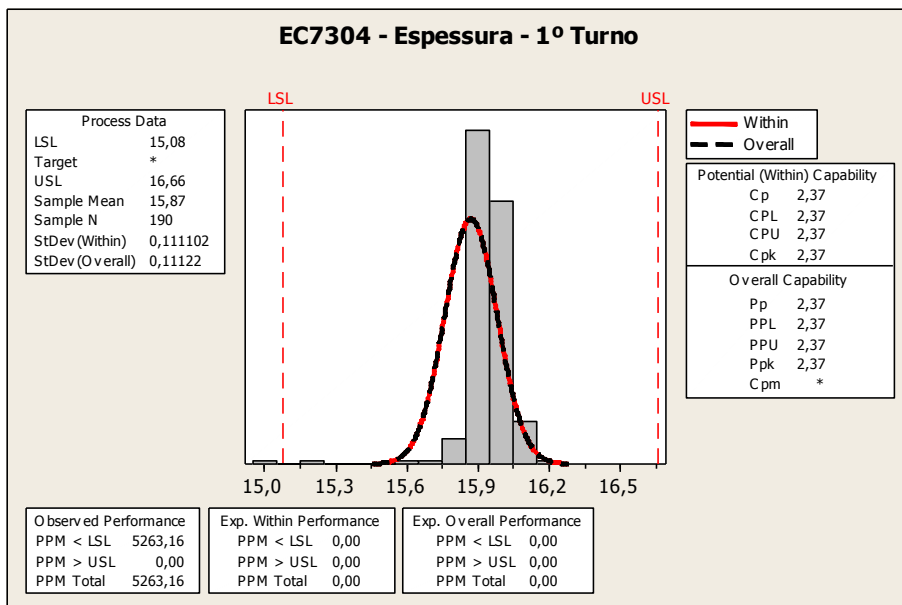


Figura 61 – Histograma avalia espessura do modelo EC7304

A figura 60 mostra que o processo esta sobre controle, mas demonstra uma sequencia, mostra um comprimento de sequencia 13 pontos, portanto o processo é anormal, enquanto que no histograma da figura 61 tem-se uma amostra fora dos limites, enquanto que os demais estão dentro dos limites. Neste caso seria interessante realizar uma análise de causas, pois pode ter sido uma situação muito adversa, como erro de leitura, de anotação.

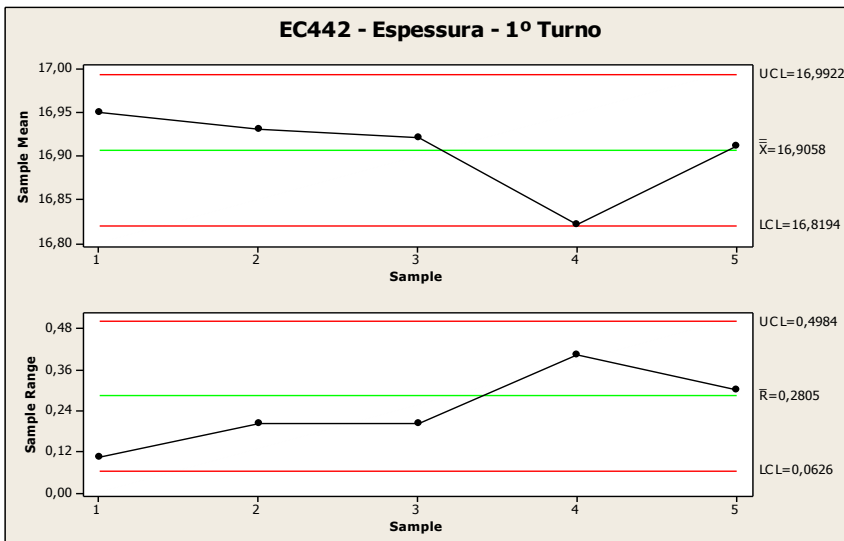


Figura 62 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC442

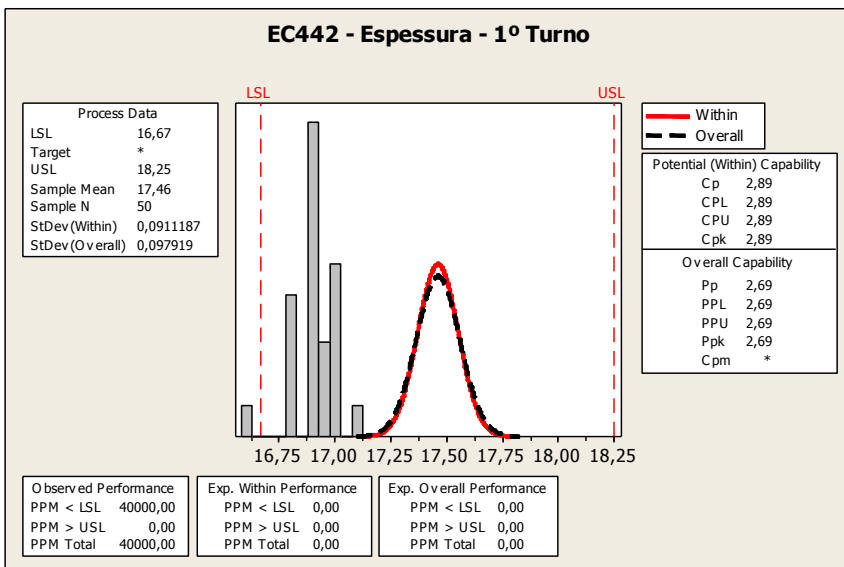


Figura 63– Histograma avalia espessura do modelo EC442

No gráfico da figura 62 o processo está sobre controle e não apresenta nenhuma tendência, já no histograma da figura 63, tem-se amostras fora dos limites de controle e o ponto médio está deslocado para a esquerda.

5.2.2. Avaliação XbarraR e Histograma para Espessura – Setembro

Avaliação da capacidade e estabilidade do processo do mês de Setembro.

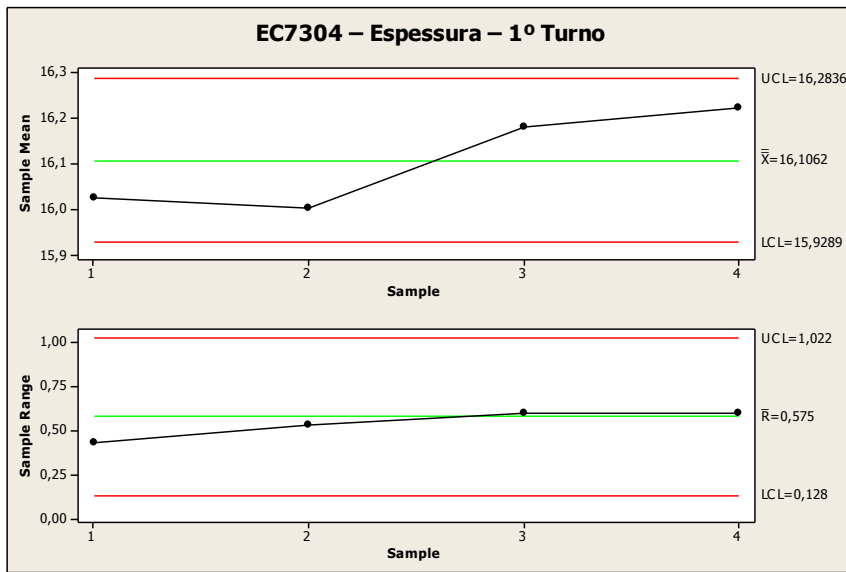


Figura 64 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo E7304

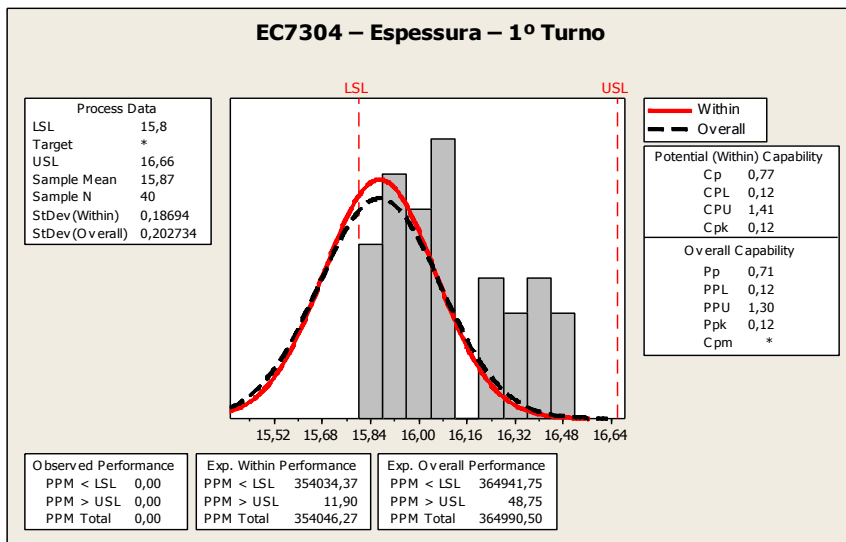


Figura 65– Histograma avalia espessura do modelo EC7304

No gráfico da figura 64 mostra que o processo está sobre controle, enquanto que no histograma da figura 65 as amostras estão dentro dos limites, mas o ponto médio está deslocado para a esquerda.

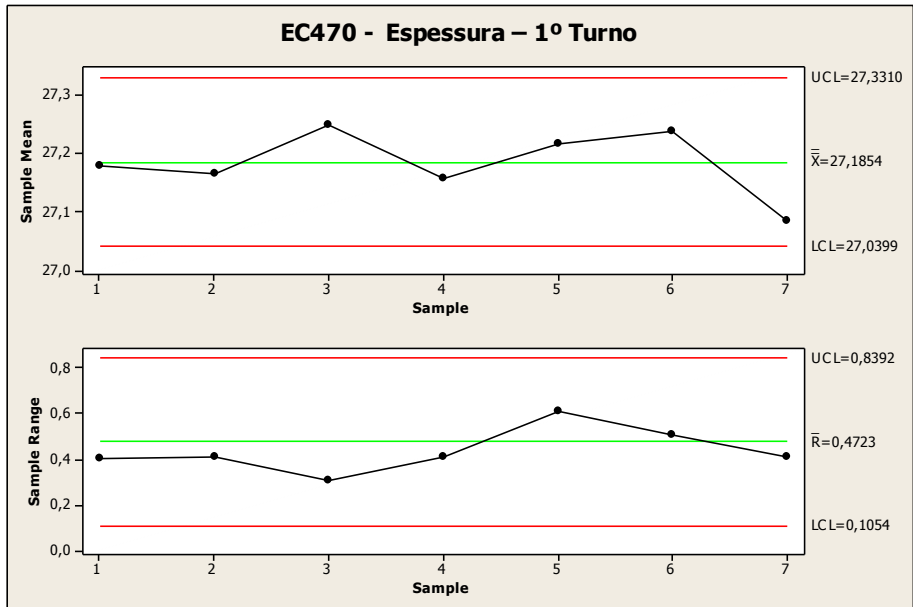


Figura 66 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC470

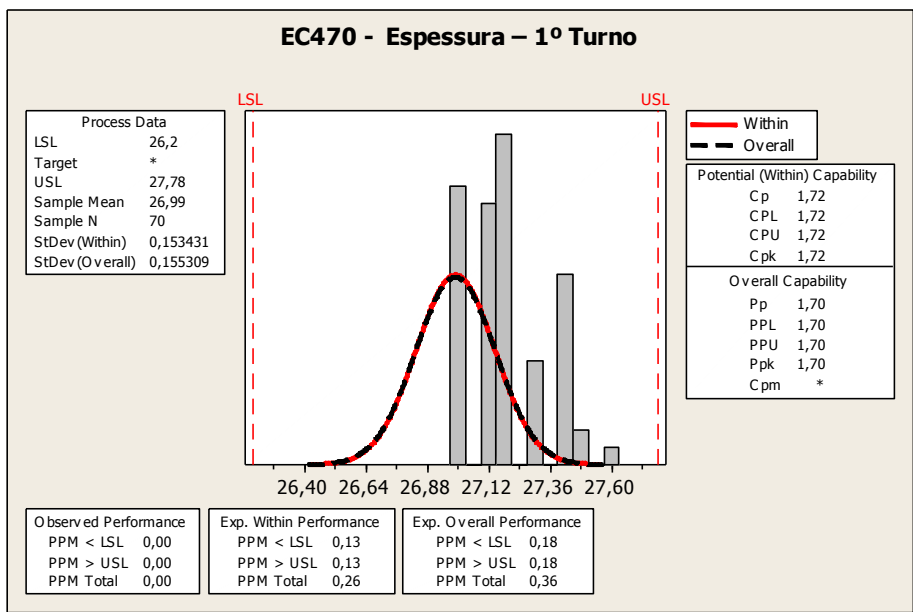


Figura 67 – Histograma avalia espessura do modelo EC470

No gráfico da figura 66 mostra que o processo está sobre controle enquanto na figura 67 as amostras estão dentro dos limites mas comparado com os outros histogramas este está mais deslocado para a direita, tendendo a uma perda por ultrapassar o limite superior, pode-se realizar um estudo para avaliar quais as causas.

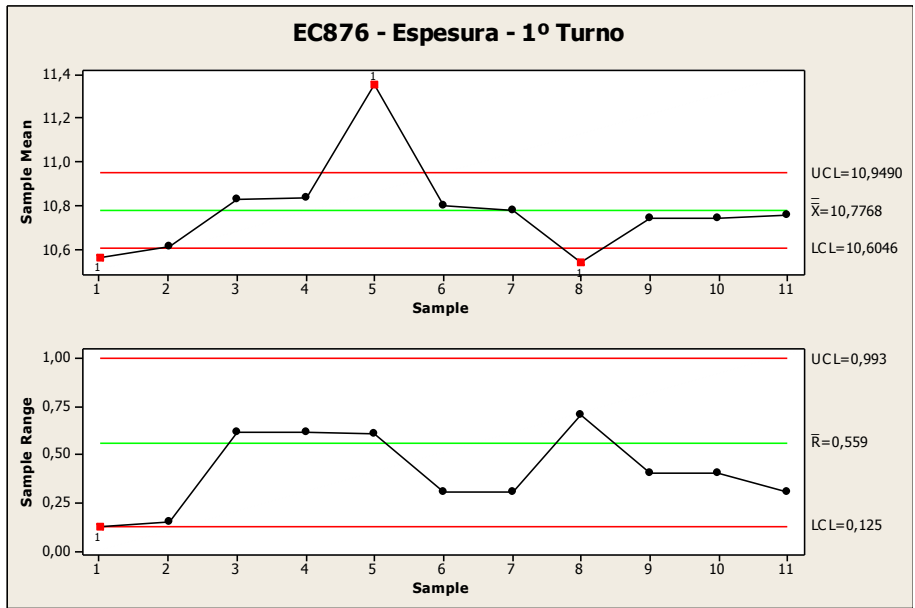


Figura 68 – Gráfico XbarraR avalia espessura do modelo EC876

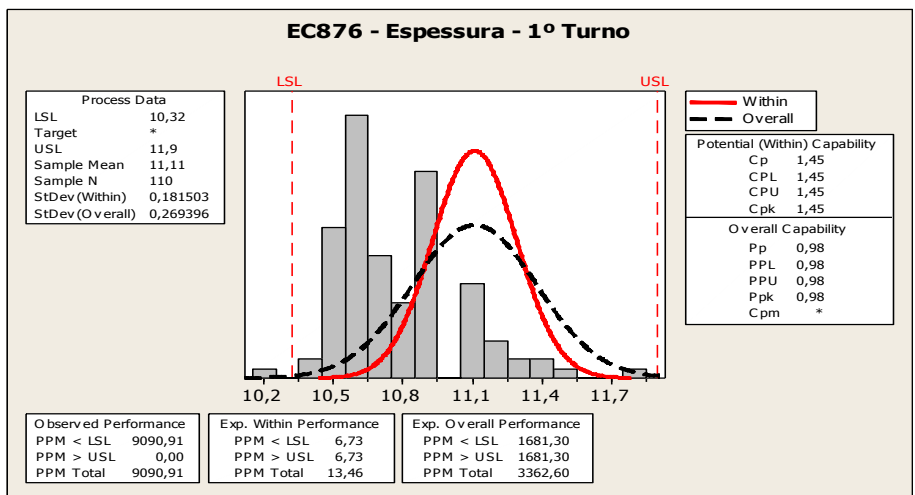


Figura 69 – Histograma avalia espessura do modelo EC876

No gráfico da figura 68, mostra os pontos 1,5 e 8 fora de controle, enquanto no histograma da figura 69, mostra amostras fora do limite de especificação.

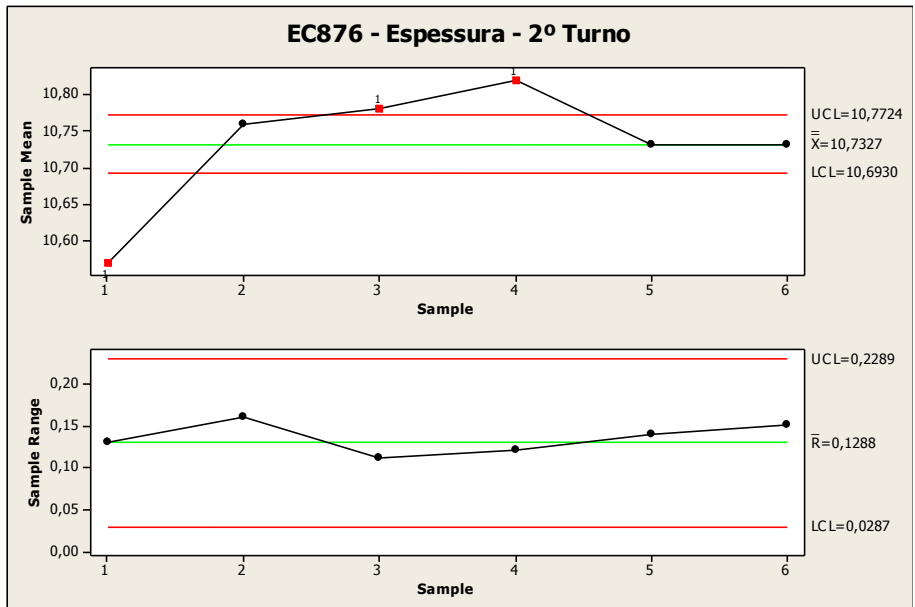


Figura 70 – Gráfico XbarR avalia espessura do modelo EC876

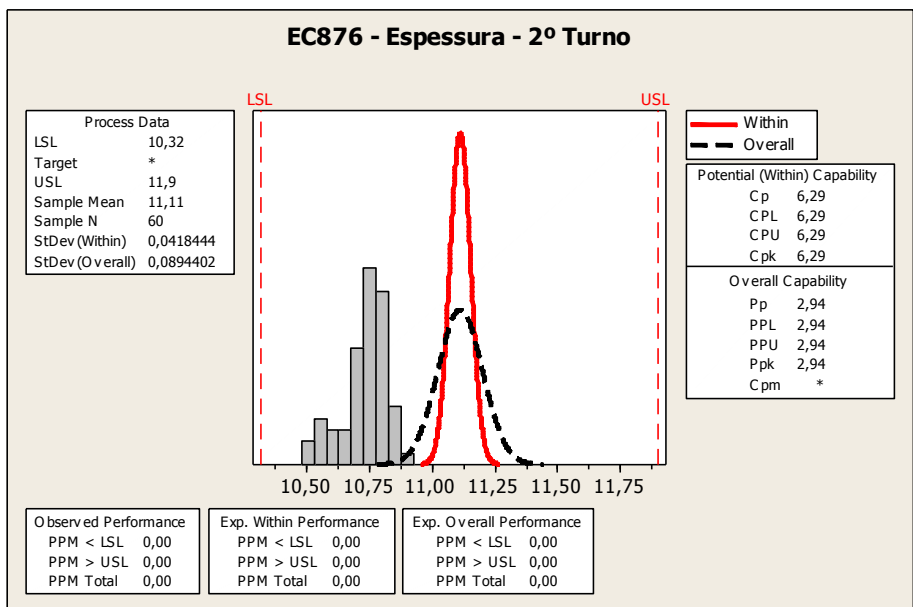


Figura 71 – Histograma avalia espessura do modelo EC876

O gráfico da figura 70 mostra os pontos 1,3 e 4 fora dos limites de controle, enquanto no histograma da figura 71 o processo atende as especificações, mas o histograma está deslocado para a esquerda, próximo ao limite inferior.

Como percebe-se nos gráficos de controle da espessura o processo em questão não é um processo estável, possui muitas variações nas medidas, vários pontos fora dos limites e uma enorme variabilidade nos dados, sendo que em alguns modelos apresentaram anomalias e necessitam ser estudados, esses pontos são devidos a causas especiais do processo. Em relação ao mês de Agosto e Setembro notou-se uma melhora, mas ainda assim é difícil dizer se realmente nos meses seguintes esses dados serão melhorados.

Como as plainas moldureiras não possuem uma ficha que marca as alterações e as causas, apenas tem-se uma ficha que marca as paradas da máquina e não suas anomalias, não é possível afirmar quais são os problemas que possam gerar esses desvios da espessura da moldura. Propor uma mudança na coleta de dados e análise de dados, mudando a folha de verificações.

Percebe-se que há nos histogramas uma tendência dos dados sempre para o lado esquerdo, ou seja, é um histograma do tipo assimétrico positivo. Em alguns casos chega a ultrapassar o limite inferior, fazendo com que o produto esteja fora dos limites de tolerância, deve-se tomar muito cuidado com esses dados muito próximos aos limites é preocupante pois qualquer situação que ocorra pode fazer com que o produto saia fora das especificações.

Quanto aos dados sempre estarem próximos ao limite inferior isso pode ser gerado pelo operador que regula a plaina moldureira e como não tem nenhum treinamento a regula para que as medidas sejam sempre próximas do mínimo.

Quanto ao índice de capacidade do processo C_{pk} todos os modelos estão acima do valor de 1,33 que quer dizer que o processo é capaz, menos o histograma do modelo EC7304 que mostrou um C_{pk} de 0,12 o qual mostra a grande variabilidade das amostras. Deve-se lembrar que o C_{pk} diz que o processo é bom o

suficiente, enquanto que as cartas de controle dizem se o processo tem mudado com o tempo, o Cpk alto diz que o processo está centrado e há uma baixa variação em relação aos limites de especificação, na grande maioria dos histogramas apresentados neste trabalho mostraram que o processo está descentralizado mas capaz.

5.2.3. Avaliação XbarraR e Histograma para Largura – Agosto

Avaliação da capacidade e estabilidade da largura das peças do mês de Agosto.

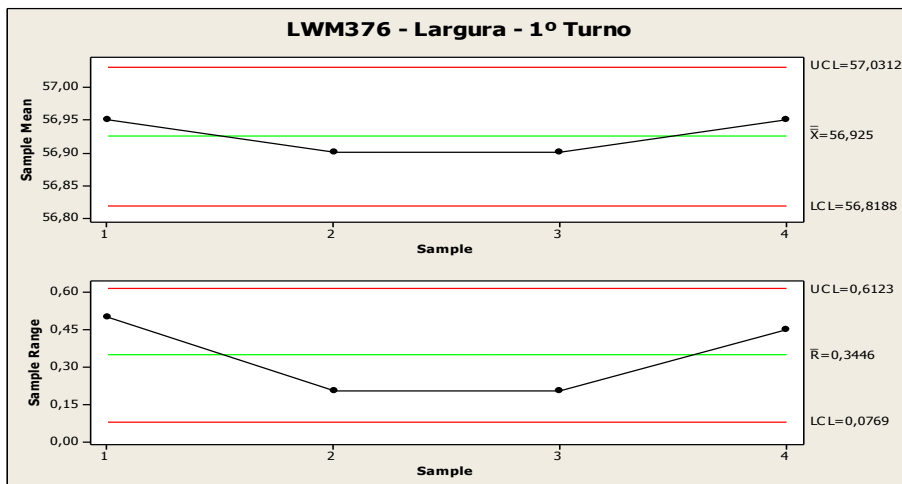


Figura 72 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo LWM376

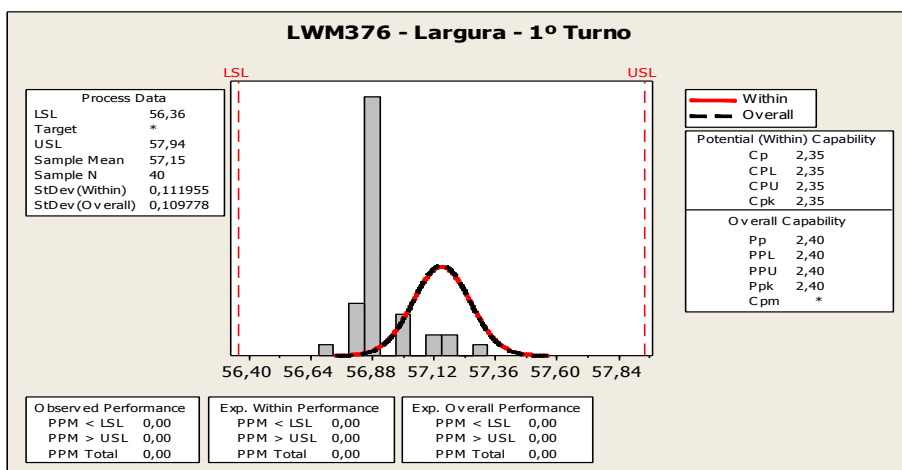


Figura 73 – Histograma avalia largura do modelo LWM376

No gráfico da figura 72 o processo está sobre controle, enquanto que no histograma da figura 73 as amostras estão dentro dos limites e estão mais deslocadas para a esquerda, limite inferior do gráfico.

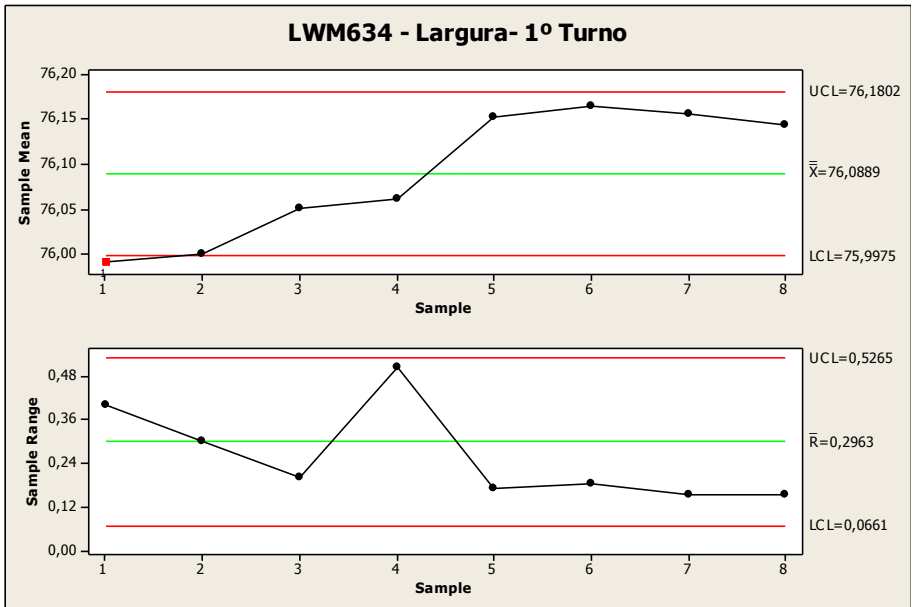


Figura 74 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo LWM634

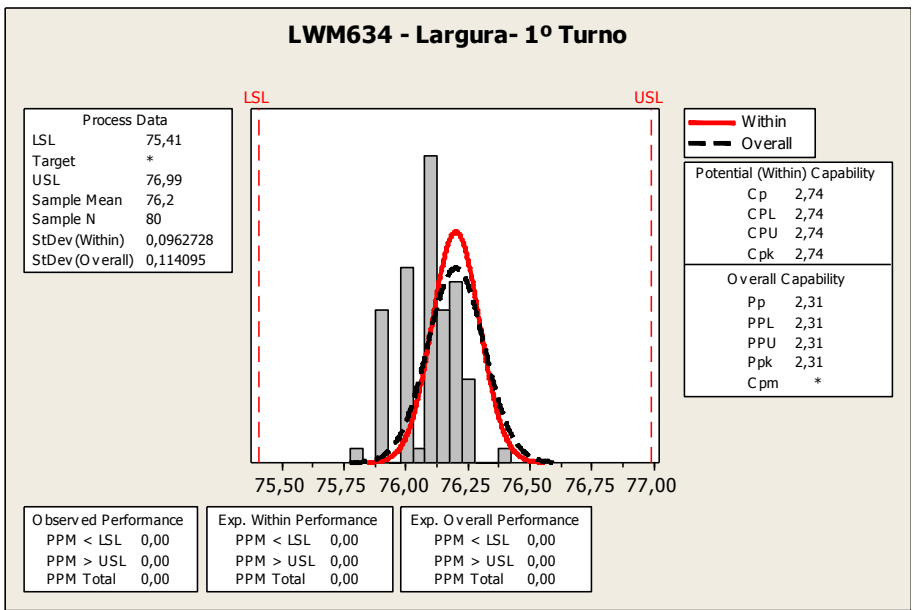


Figura 75 – Histograma avalia largura do modelo LWM634

No gráfico da figura 74 o processo tem apenas o primeiro ponto fora de controle e o histograma da figura 75 está dentro dos limites e atende a especificação.

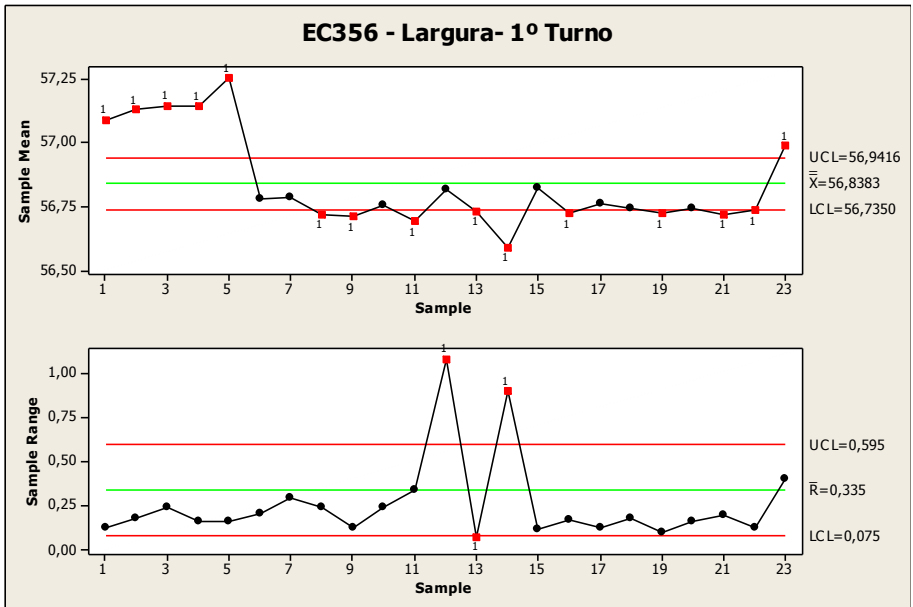


Figura 76 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC356

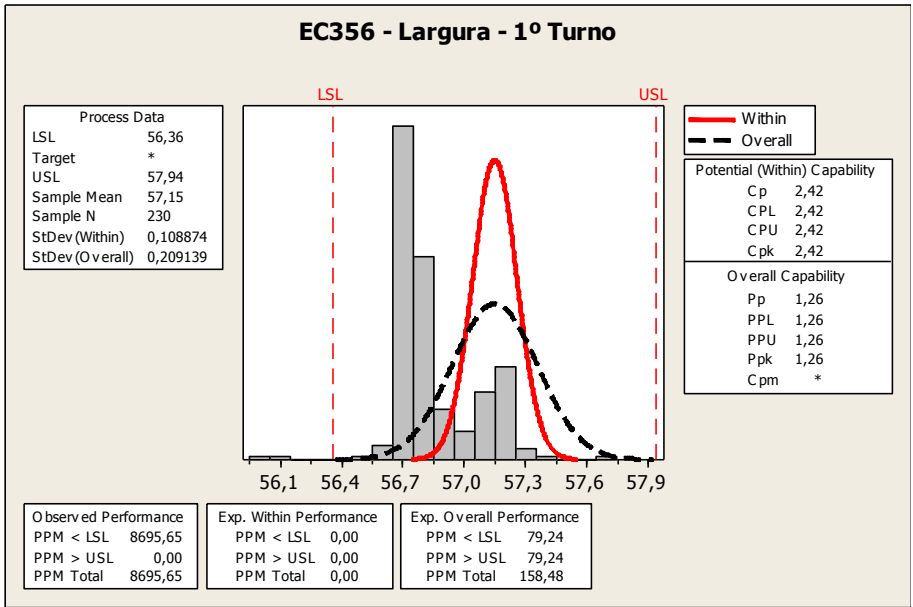


Figura 77 – Histograma avalia largura do modelo EC356

O gráfico da figura 76 tem vários pontos fora de controle, pontos 1,2,3,4,5,8,9,11,13,14,16,19,21,22 2 23, demonstrando um descontrole do processo, enquanto que no histograma da figura 77, tem-se amostra fora dos limites e a média está mais para a esquerda, próxima ao limite inferior.

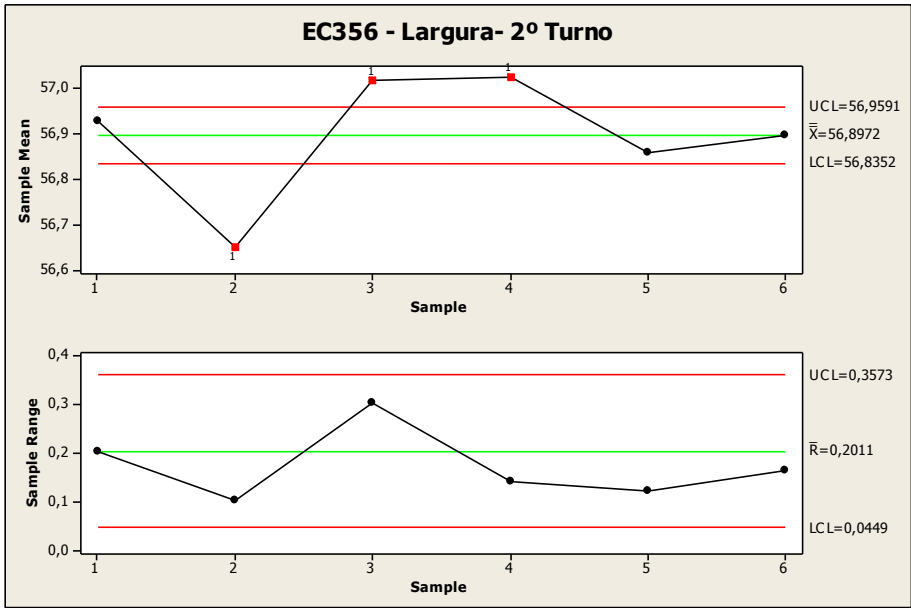


Figura 78 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC356

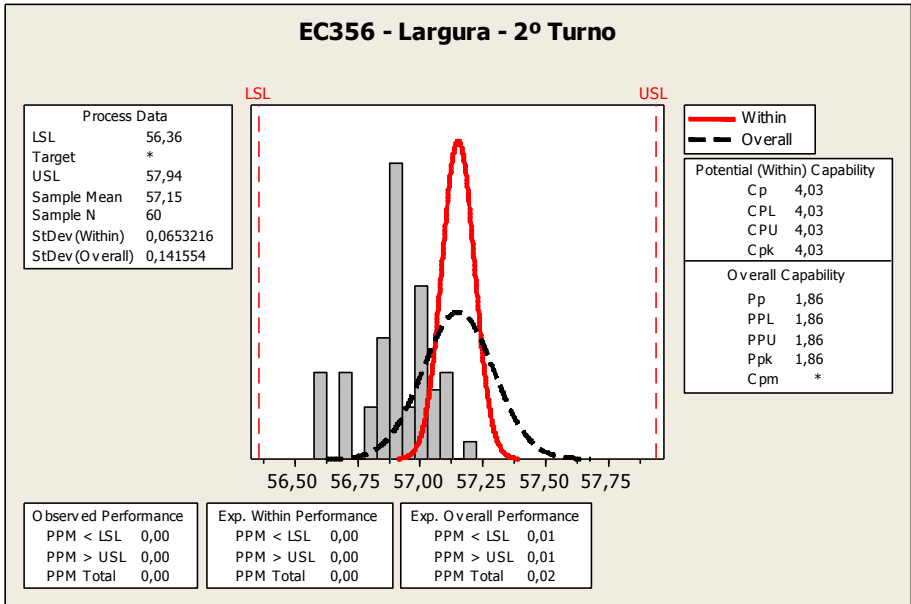


Figura 79 – Histograma avalia largura do modelo EC356

No gráfico da figura 78 mostra que o processo está fora de controle nos pontos 2,3 e 4 e no histograma da figura 79 mostra que as amostras estão para o lado esquerdo, mais próximas ao limite inferior.

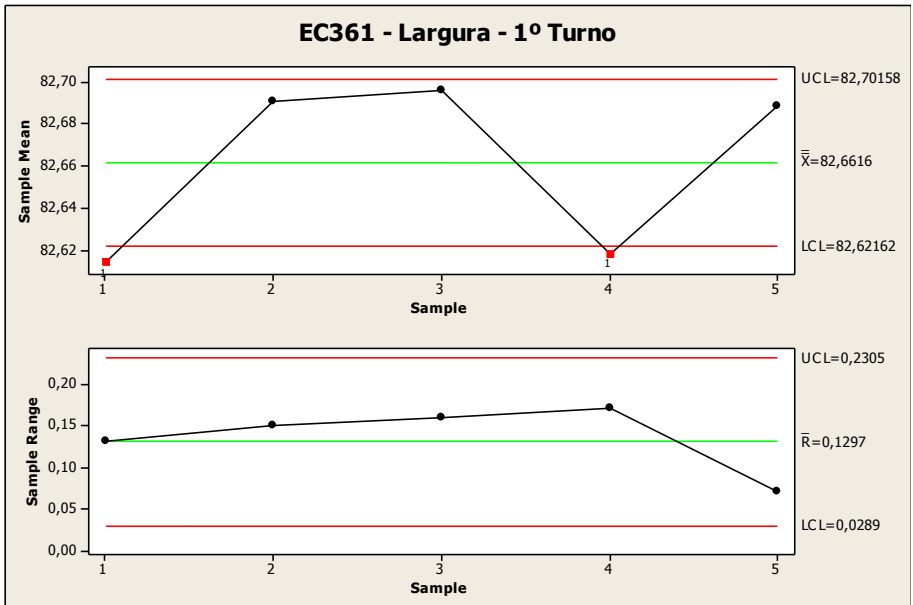


Figura 80 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC361

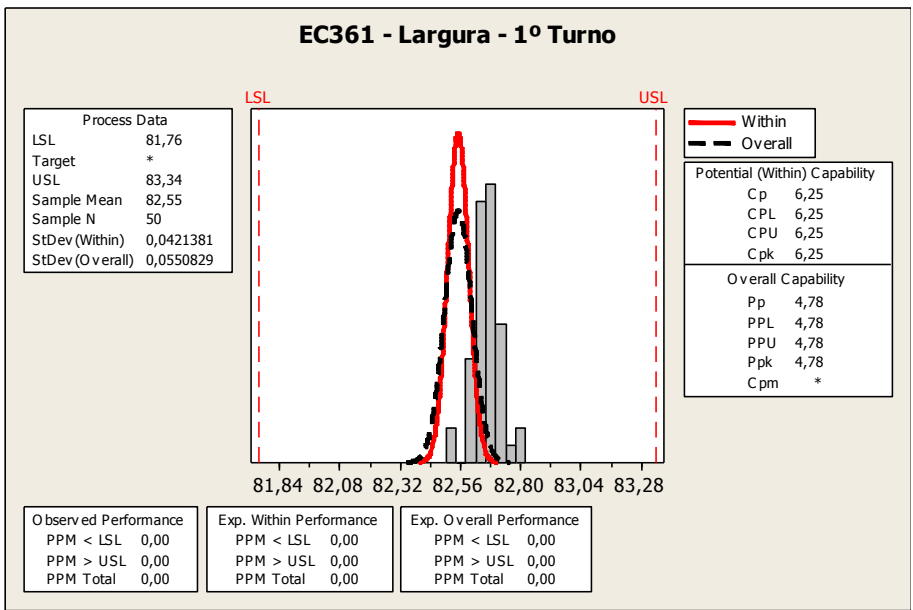


Figura 81 – Histograma avalia largura do modelo EC361

No gráfico da figura 80 têm-se os pontos 1 e 4 fora dos limites enquanto que o histograma da figura 81 tem um leve desvio para a direita.

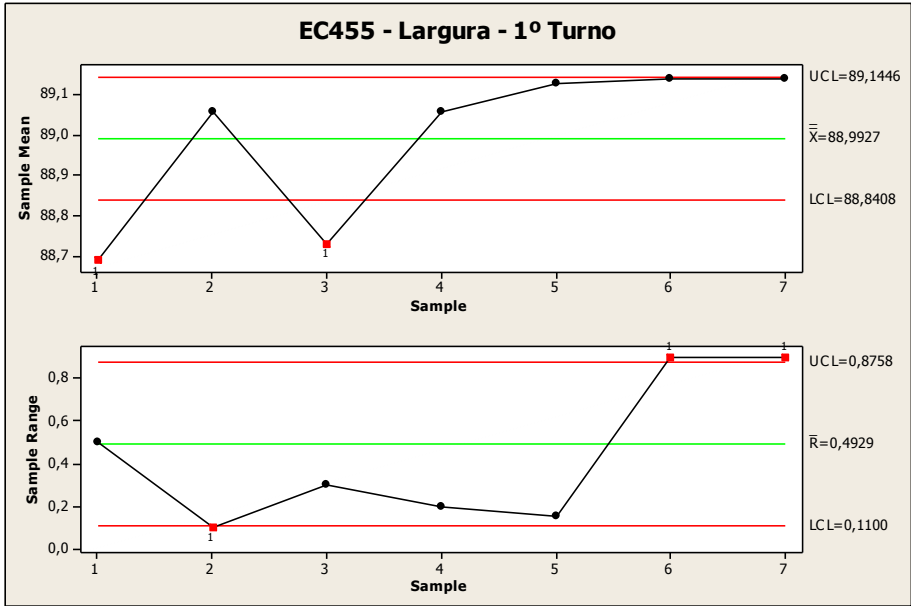


Figura 82 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC455

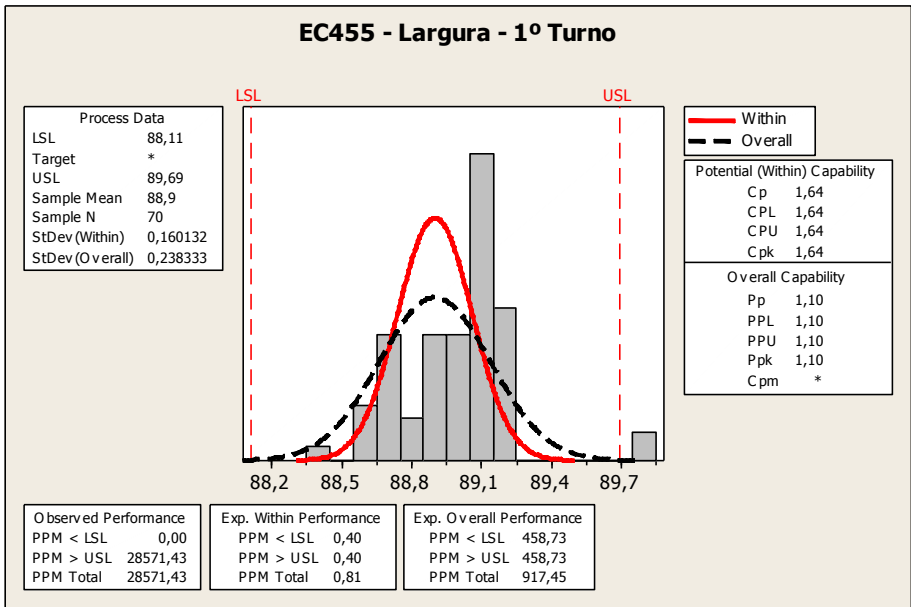


Figura 83 – Histograma avalia largura do modelo EC455

No gráfico da figura 82 têm-se os pontos 1 e 3 fora dos limites de controle, enquanto que no histograma da figura 83 tem-se amostra fora dos limites de controle.

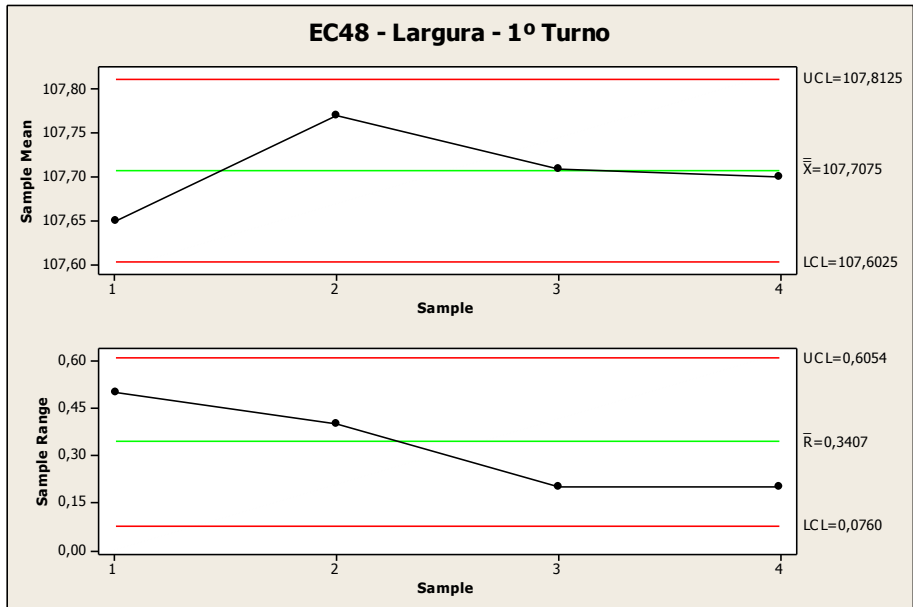


Figura 84 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC48

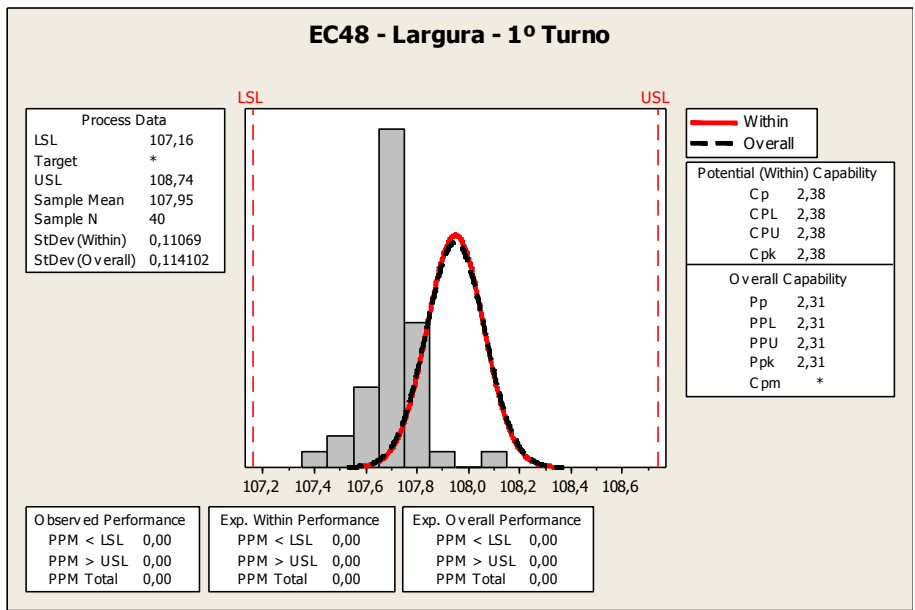


Figura 85 – Histograma avalia largura do modelo EC48

No gráfico da figura 84 o processo está sobre controle, assim como no histograma da figura 85, com um desvio para a esquerda próximo ao limite inferior.

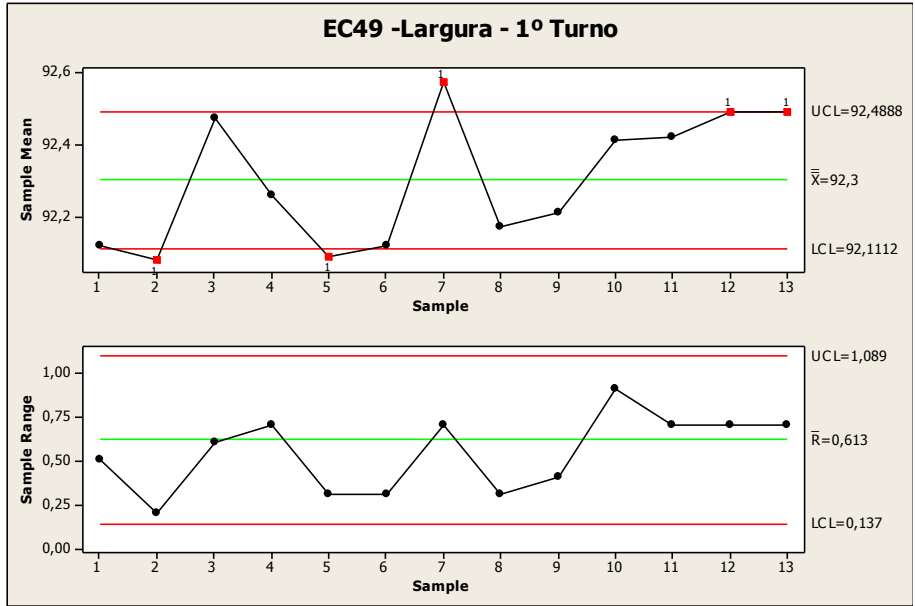


Figura 86 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC49

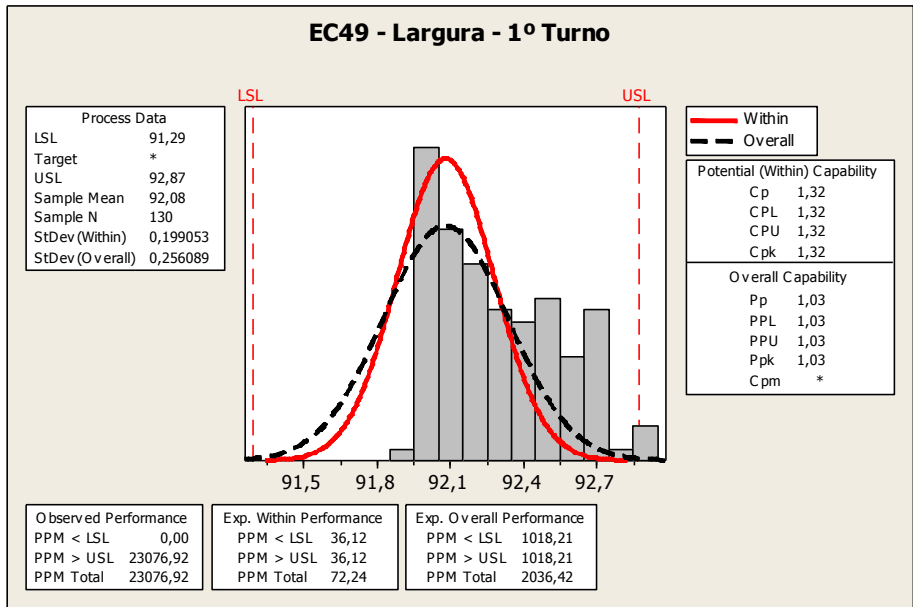


Figura 87 – Histograma avalia largura do modelo EC49

No gráfico da figura 86 têm-se os pontos 2,5,7,12 e 13 fora dos limites de controle, portanto o processo está fora de controle enquanto que no histograma da

figura 87 tem-se amostra acima do limite superior e a curva tem desvio para o lado direito próximo ao limite superior.

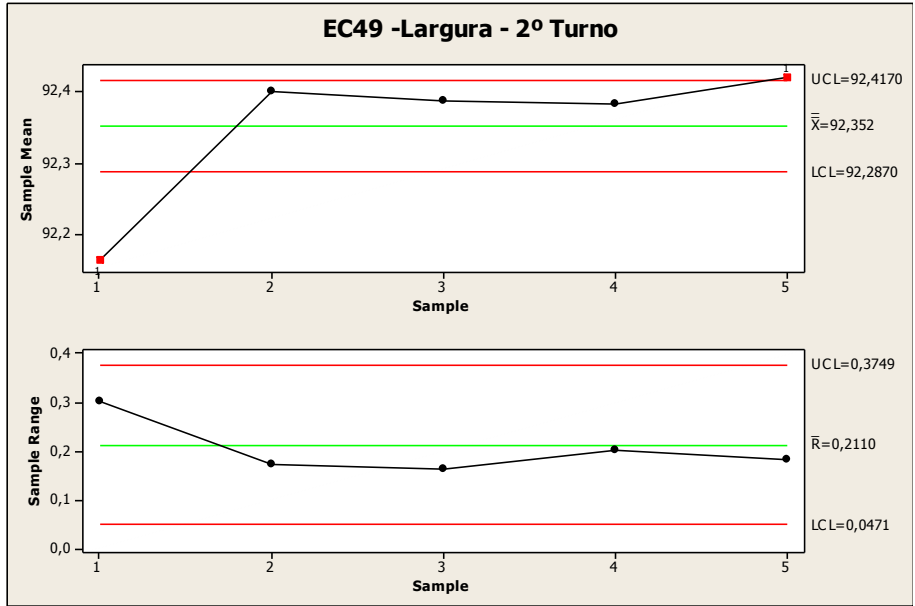


Figura 88– Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC49

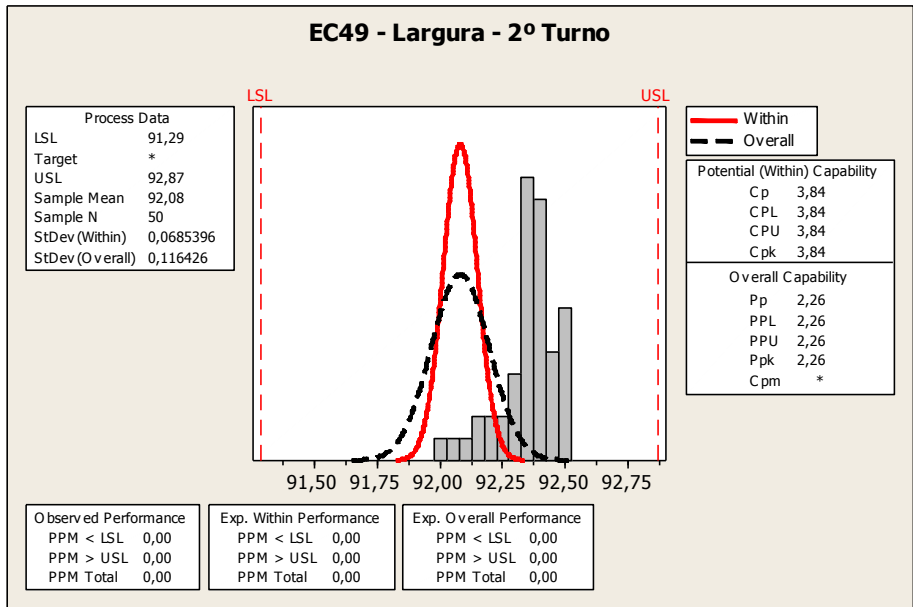


Figura 89– Histograma avalia largura do modelo EC49

A figura 88 os pontos 1 e 5 estão fora dos limite enquanto que no histograma da figura 89 há um desvio do ponto médio para a direita.

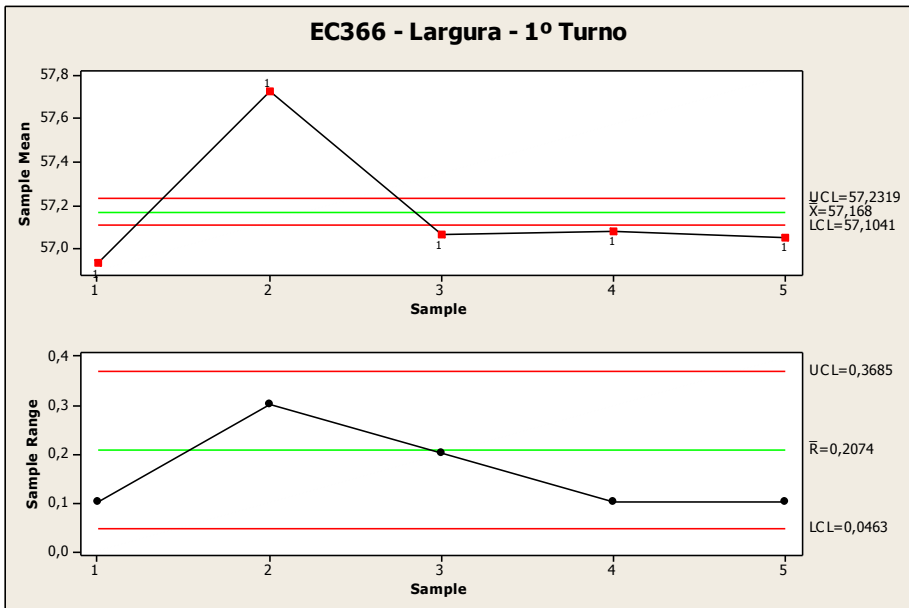


Figura 90 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC366

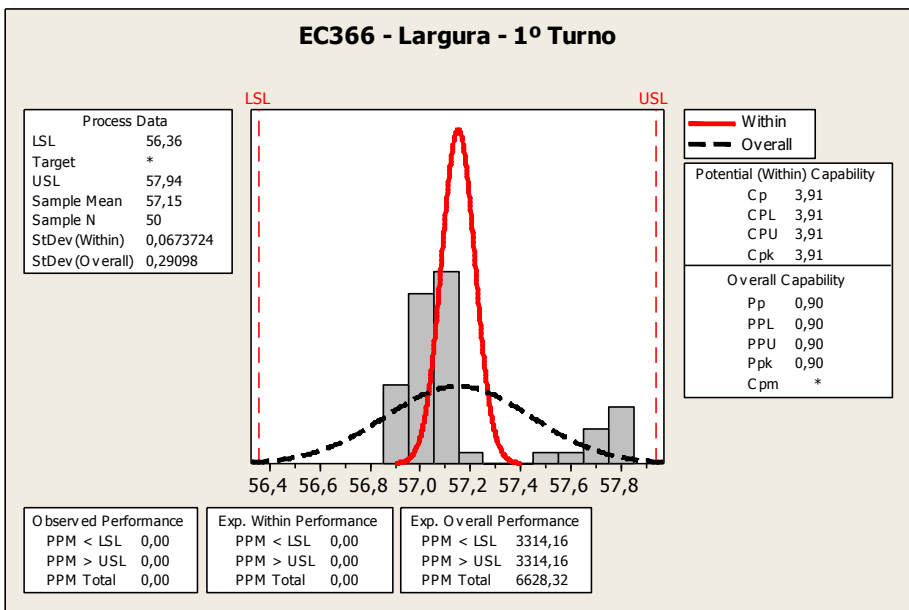


Figura 91 – Histograma avalia largura do modelo EC366

A figura 90 mostra que o processo está fora de controle, enquanto na figura 91 as amostras estão dentro dos limites, com uma grande variabilidade das amostras.

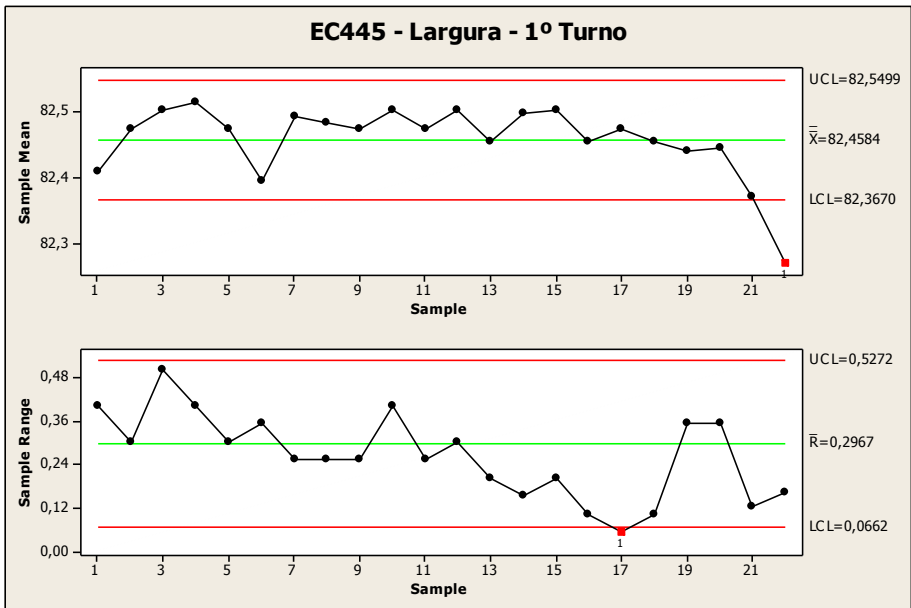


Figura 92 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC445

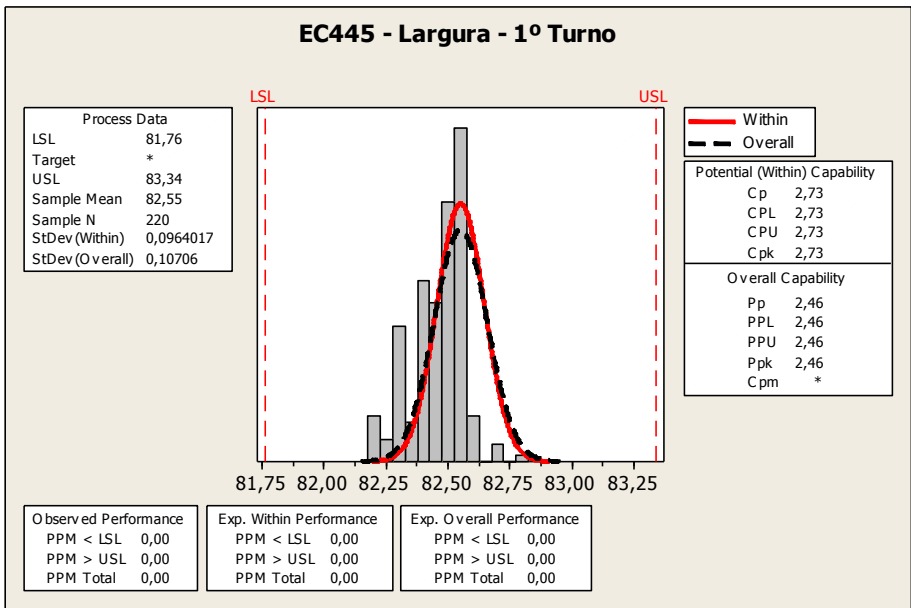


Figura 93 – Histograma avalia largura do modelo EC445

A figura 90 mostra que apenas o ponto 22 está fora de controle e mostra uma sequência de 6 pontos acima da linha média, demonstrando uma anormalidade, enquanto que no histograma da figura 91 o processo está dentro dos limites.

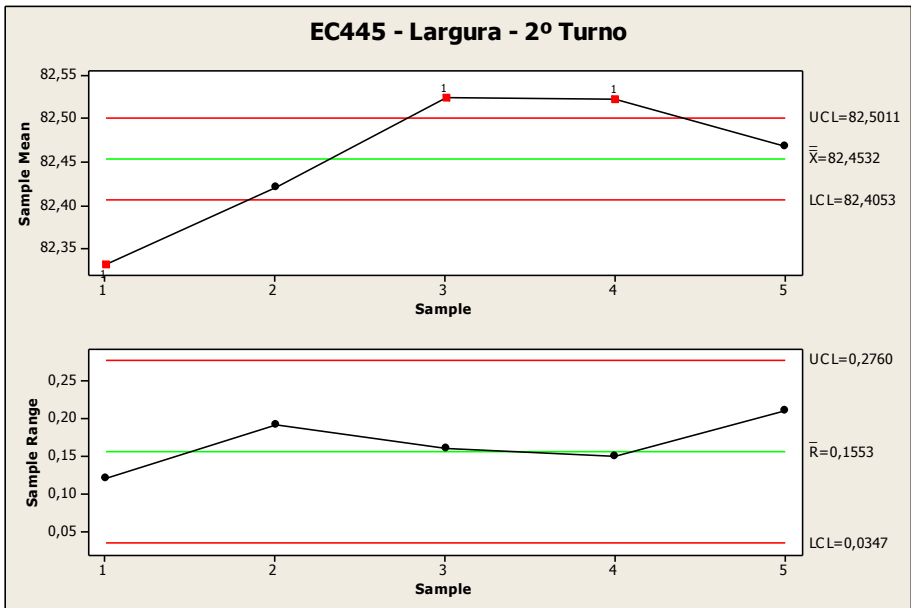


Figura 94 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC445

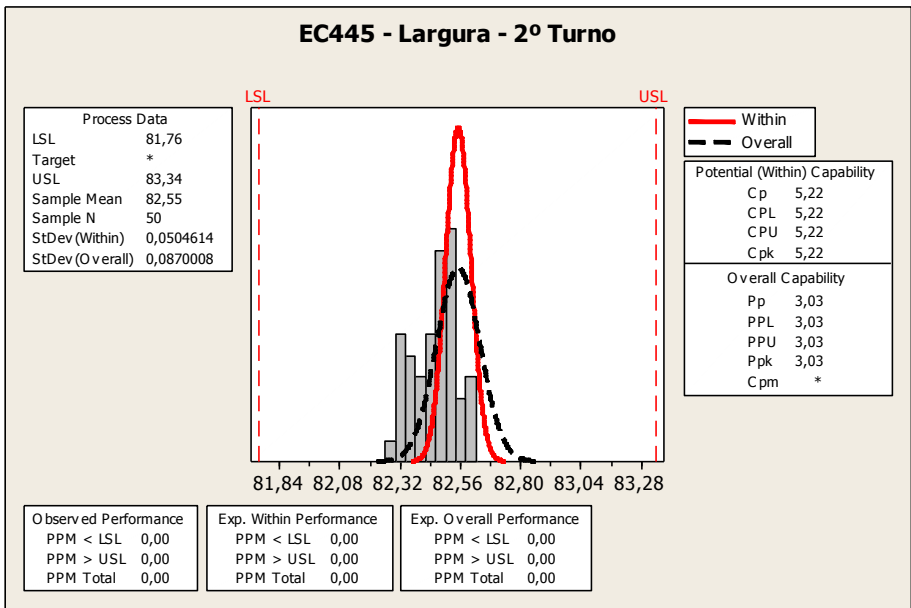


Figura 95 – Histograma avalia largura do modelo EC445

A figura 94 mostra que os pontos 1,3 e 4 estão fora dos limites de controle, enquanto que no histograma da figura 95 atende as especificações.

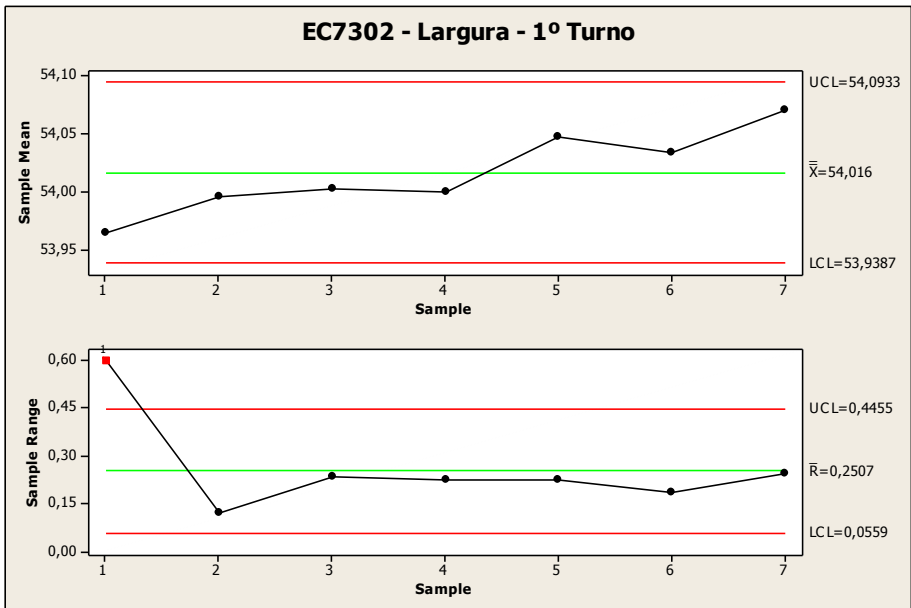


Figura 96 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC7302

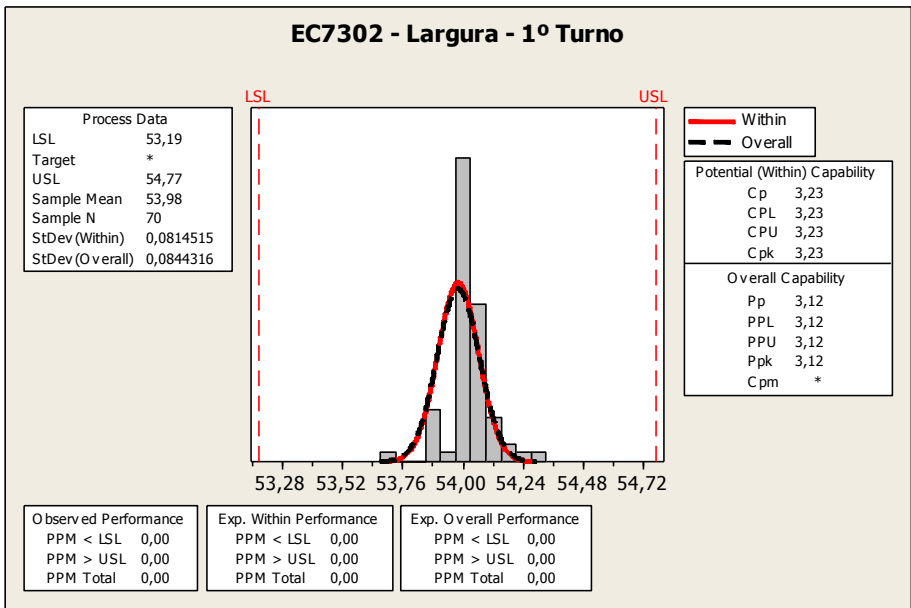


Figura 97 – Histograma avalia largura do modelo EC7302

No gráfico da figura 96 o processo está sobre controle, enquanto que o histograma da figura 97 atende as especificações.

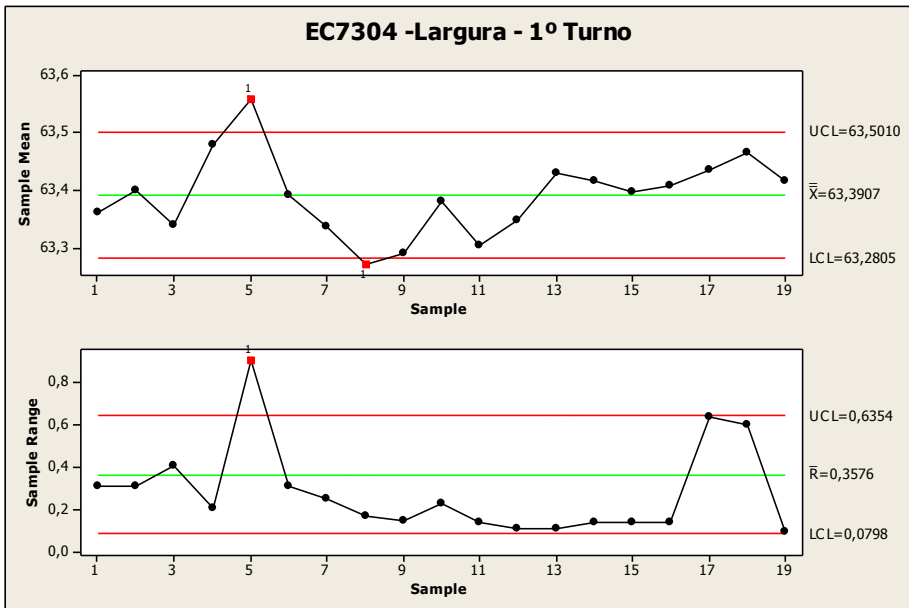


Figura 98 – Gráfico XbarR avalia largura do modelo EC7304

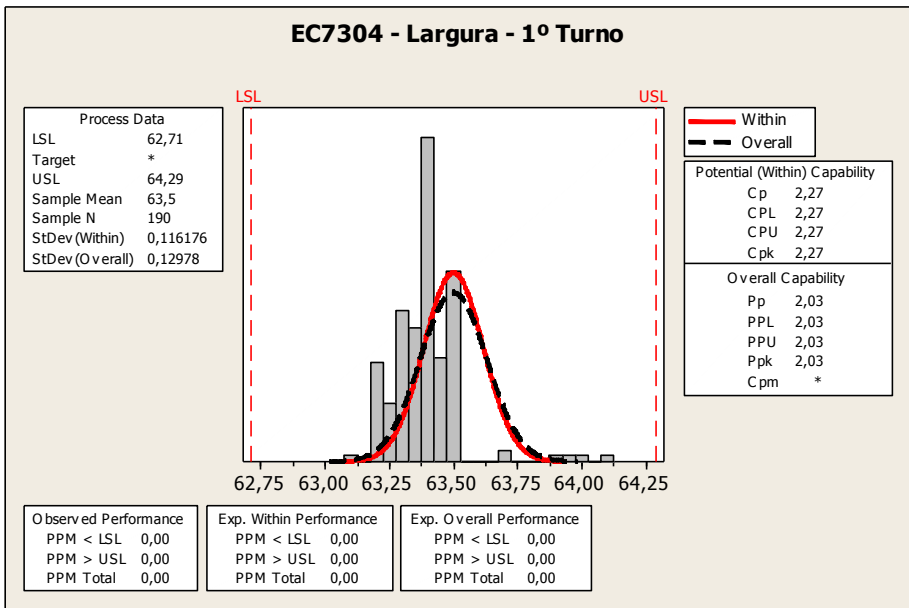


Figura 99 – Histograma avalia largura do modelo EC7304

No gráfico da figura 98 os pontos 5 e 8 estão fora dos limites de controle e possui uma seqüência de 7 pontos acima da linha central, mostrando uma anomalia, enquanto que no histograma da figura 99 o processo atende as especificações e tem um leve desvio para a direita, mais próximo do limite superior.

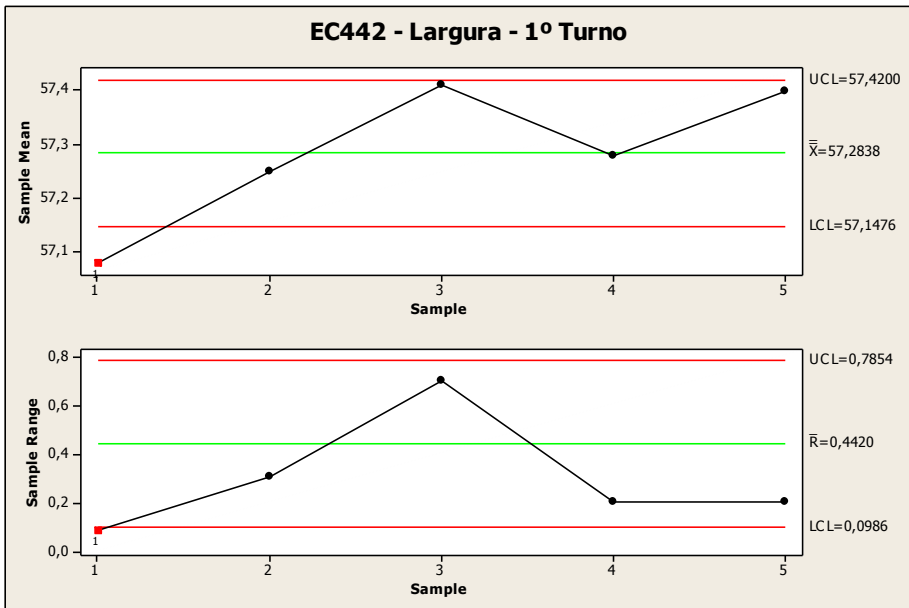


Figura 100 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC442

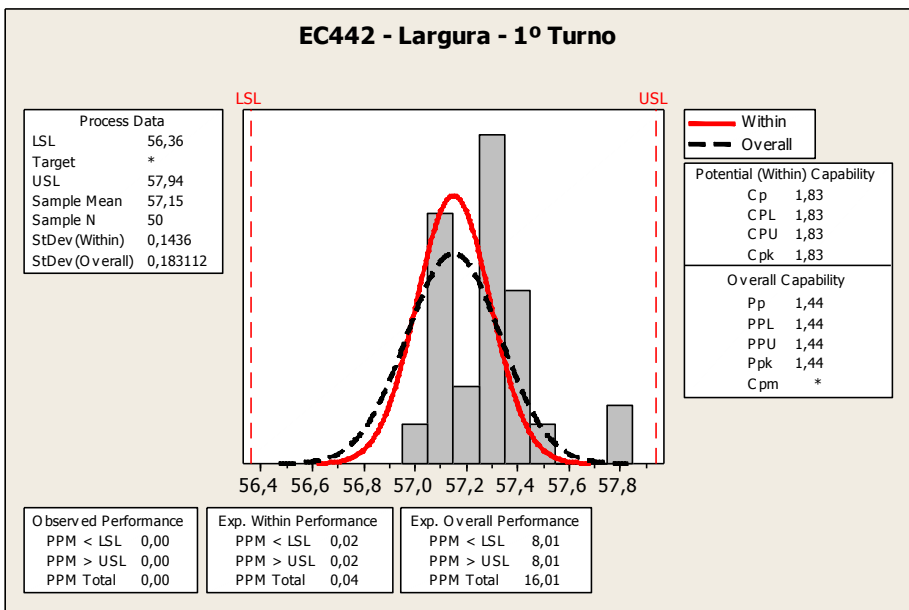


Figura 101 – Histograma avalia largura do modelo EC442

No gráfico da figura 100 o ponto 1 está fora dos limites de controle, enquanto que no histograma da figura 101 as amostras atendem as especificações com um leve desvio para a direita mais próximo ao limite superior.

5.2.4. Avaliação XbarraR e Histograma para Largura – Setembro

Avaliação da capacidade e estabilidade da largura do mês de Setembro.

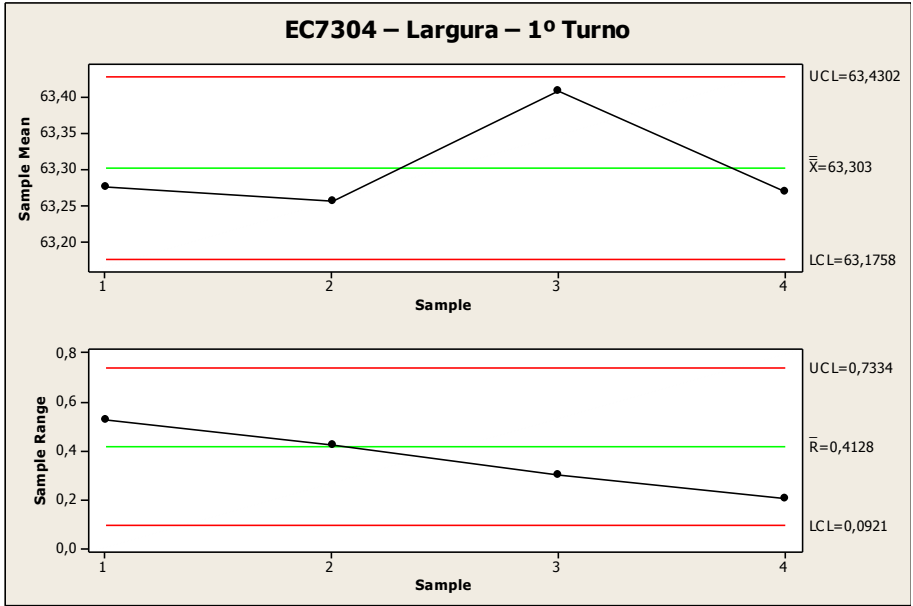


Figura 102 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC7304

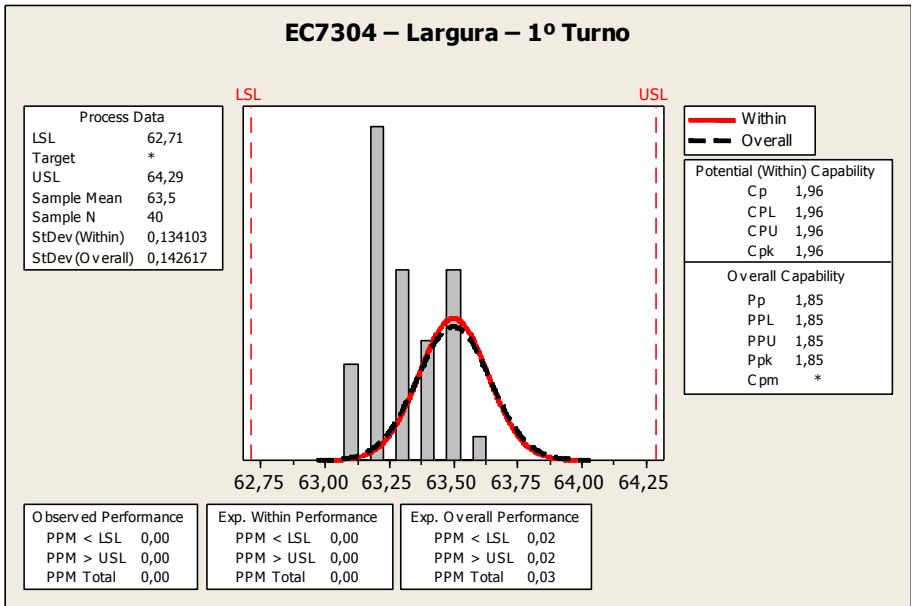


Figura 103 – Histograma avalia largura do modelo EC7304

A figura 102 o processo está sobre controle e na figura 103 o processo é capaz de atender as especificações.

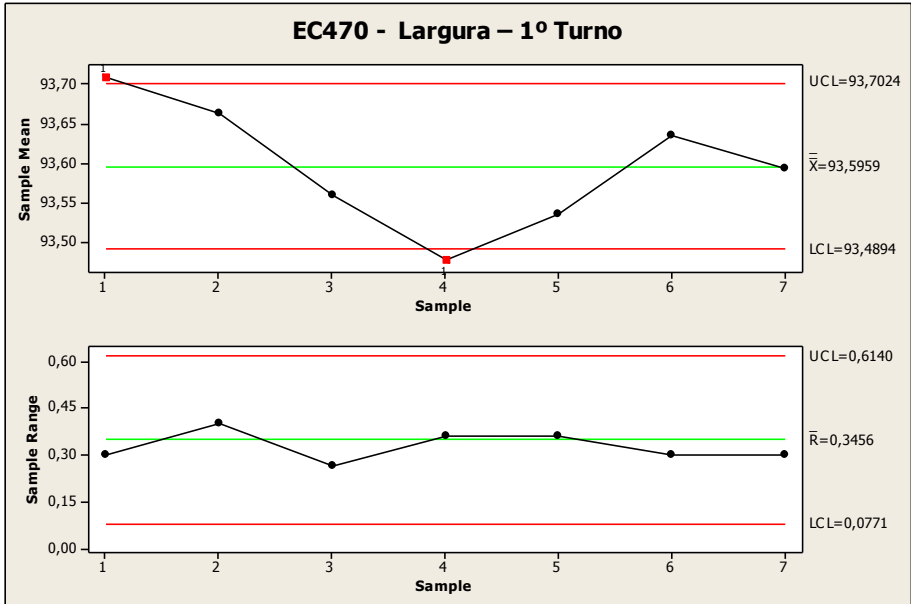


Figura 104 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC470

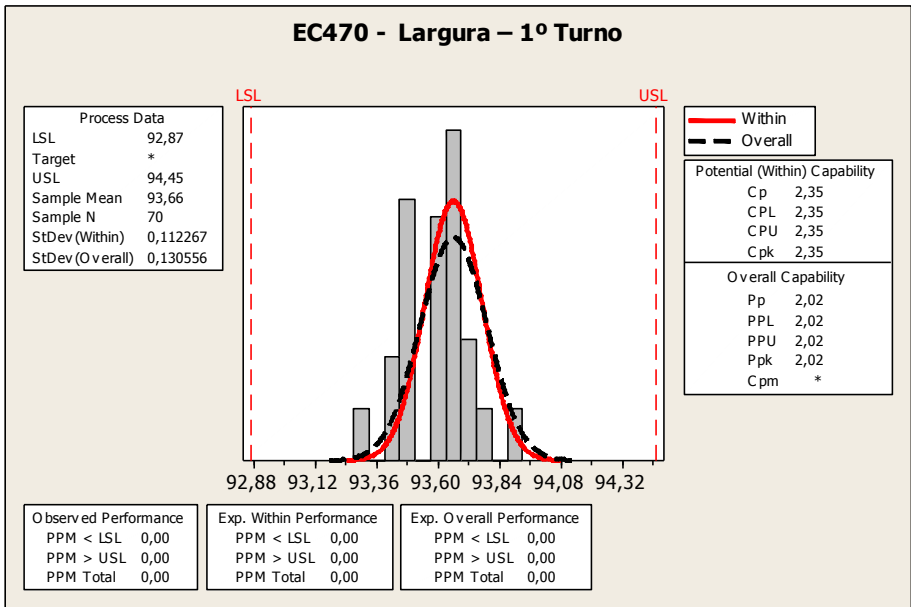


Figura 105 – Histograma avalia largura do modelo EC470

A figura 104 os pontos 1 e 4 estão fora dos limites de controle, enquanto o histograma da figura 105 está atendendo as especificações.

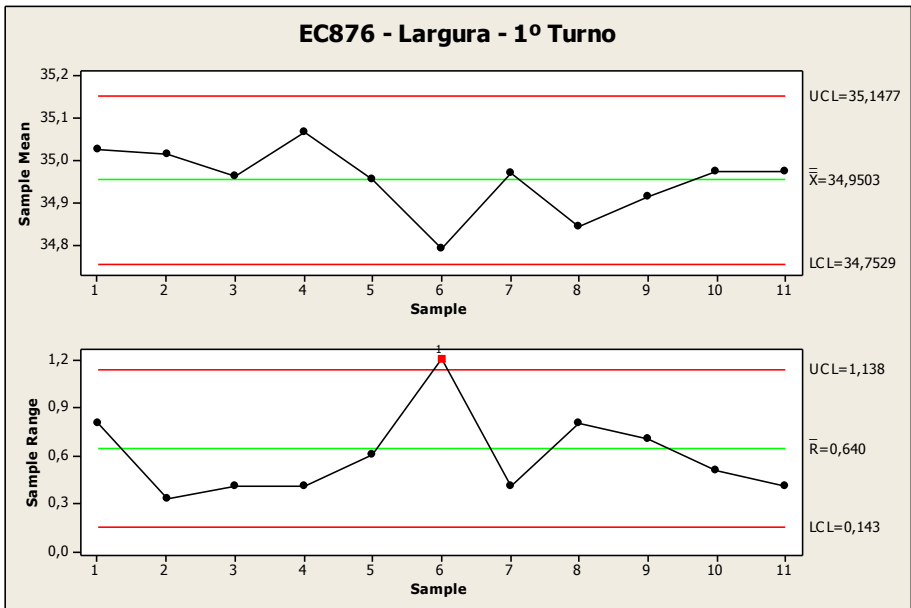


Figura 106 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC876

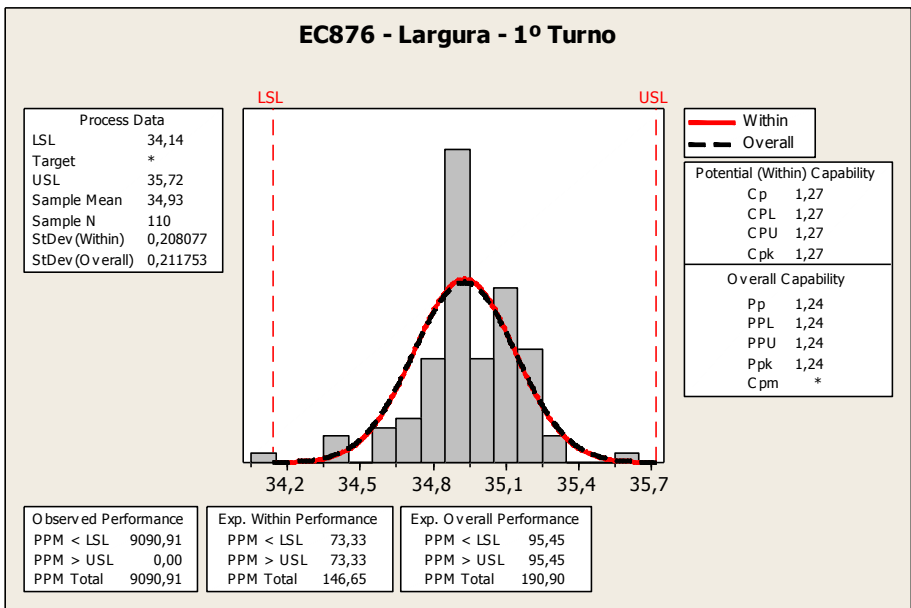


Figura 107 – Histograma avalia largura do modelo EC876

No gráfico da figura 106 não há nenhum ponto fora de controle, enquanto que no histograma da figura 107, existem pontos fora dos limites de especificações.

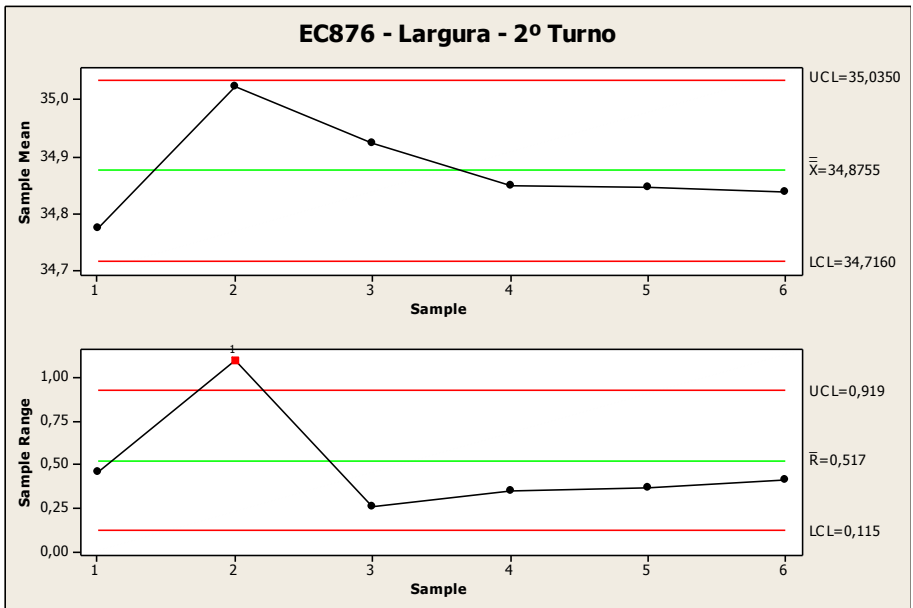


Figura 108 – Gráfico XbarraR avalia largura do modelo EC876

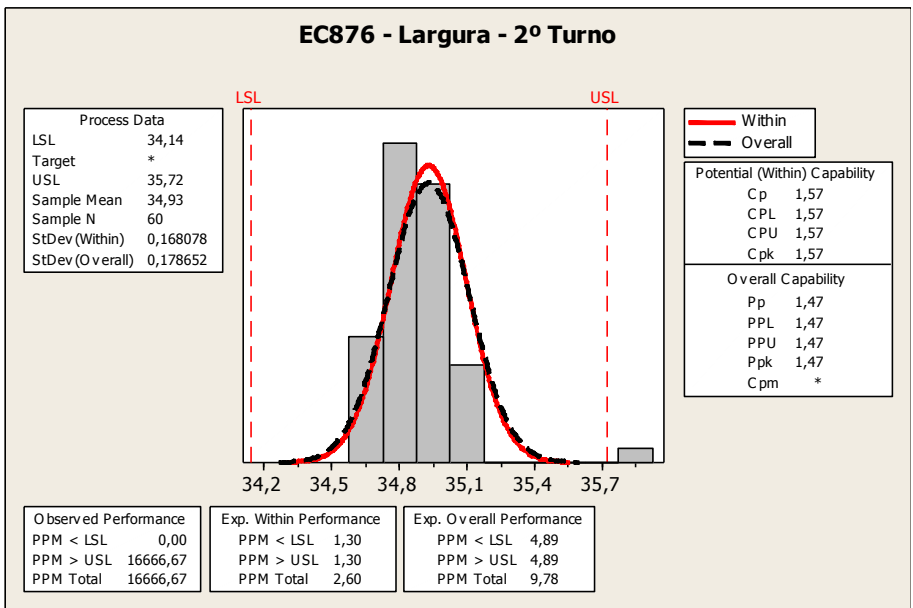


Figura 109 – Histograma avalia largura do modelo EC876

No gráfico da figura 108 não há nenhum ponto fora de controle, enquanto que no histograma da figura 109, existem pontos fora dos limites de especificações.

Com respeito ao gráficos de controle da largura mostra que o processo não é estável é apresenta algumas anomalias, causadas por causas especiais.

Quanto aos histogramas apresentaram altos índices mostrando que o processo é capaz, todos os índices foram acima de 1,33 menos o do modelo EC49 que apresentou um Cpk de 1,32, que significa que o processo é aceitável. A maioria dos histogramas estão centralizados, com alguns descentralizados a direita, próximo ao limite superior.

Em comparação aos histogramas da espessura da moldura, a largura da moldura apresentou melhores resultados quanto ao processo ser capaz, mas em relação aos gráficos de controle tanto espessura como largura apresentaram pontos fora dos limites de controle causados por causas especiais.

5.3. Discussões Finais

Os gráficos de controle e histograma, demonstraram que o processo em questão é capaz, mas é instável, ou seja, o processo atende as especificações, mas devido às oscilações das causas especiais, pode sair fora de controle e sair das especificações necessárias. Esse problema pode ser resolvido descobrindo-se as causas especiais, como não existe uma ficha da plaina que marque os motivos das oscilações, apenas existe uma ficha de parada de máquina, fica a sugestão de criar-se uma ficha que possa marcar os motivos pelos quais o processo pode sair fora de controle.

Devem-se descobrir as possíveis causas especiais, corrigi-las e criar planos de prevenção para não ocorrerem novamente.

Outra sugestão é que os dados do CEP sejam passados em tempo real, ou seja, após serem coletados podem ser imediatamente passados para gerar os gráficos e avaliar o que está acontecendo para assim tomar decisões, antes que produtos fiquem fora de especificação. Hoje na empresa os dados são passados no dia posterior e quase nada é feito, na verdade o CEP na empresa está funcionando apenas como uma ferramenta que mostra que o processo realiza, e não traz melhorias, gerando apenas dados e gráficos sem valores.

Quanto aos defeitos devem-se procurar quais os possíveis motivos que podem gerá-los, distribuindo em mão-de-obra, método, máquina, medida, matéria-prima e meio ambiente, conforme figura 110:

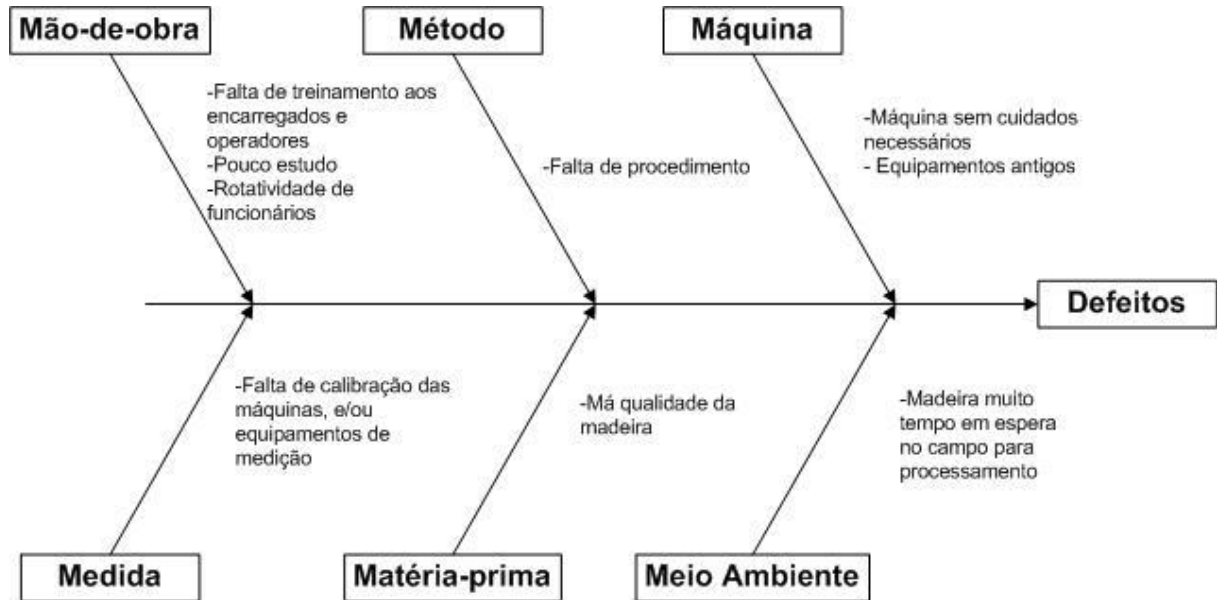


Figura 110 – Diagrama de Causa/Efeito

Como mostra o diagrama da figura 110, existem muitos fatores que podem gerar defeitos e também produtos fora das especificações.

- mão-de-obra: é um fator muito relevante, pois grande maioria dos funcionários não tem estudo e não tem treinamento suficiente para atenderem bem as funções desempenhadas. Outro grande problema é a rotatividade dos funcionários, que dependendo do dia estão em outro setor desempenhando uma função diferente.

- Método: Não existe um procedimento adequado para cada operação, falta de padronização em pressões nas máquinas *finger* (que produzem *Blacks*) e níveis de cola, podendo causar aberturas de finger.

- Máquina: Muitas das máquinas são antigas e não recebem cuidados necessários para mantê-las em funcionamento com qualidade e o principal normalmente utilizam

peças até o fim, ou seja, peças da máquina que já deveriam ser trocadas continuam em funcionamento até o fim.

- Medida: talvez exista uma falta de calibração adequada das máquinas ou dos equipamentos de medição.

- Matéria-prima: madeira oriunda de reflorestamento maus planejados, trazendo a fabrica madeiras de reações e madeiras juvenis para serem processadas.

- Meio Ambiente: madeira deixadas no campo por períodos maiores que 15 dias podem causar azulados devido à presença de fungos, o que prejudica o produto final e também devido ao longo tempo de espera para processar o que diminui o teor de umidade da madeira e dificulta o beneficiamento na serraria para transformá-las em tábuas, e dificuldade de uniformizar na estufa por estar com baixa umidade.

Para isso deve-se criar um plano de ação emergencial na empresa, para que possa resolver os problemas em questão.

De acordo com a empresa quando um lote tem 5% de defeitos deve ser rejeitado, mas na prática isto não funciona assim, muitas vezes o nível de defeito é maior e o lote é aceito, esse índice de 5% não tem parâmetros, para isso deve-se utilizar a curva característica de operação, para descobrir a porcentagem máxima de unidades defeituosas.

Deve-se também classificar os defeitos de acordo com níveis, quais são mais críticos e os menos críticos, criando uma espécie de valor, de acordo com o nível e o número de defeitos faz-se uma equação, assim obtendo uma padronização dos defeitos, pois no momento não existe uma padronização dos defeitos.

5.4. Plano de ação

Para que possa melhorar o processo algumas etapas devem ser seguidas:

- Primeiramente é necessário mudar a política cultura da empresa, para conseguir implantar novas idéias;

- Mostrar o verdadeiro significado de Qualidade, não o que normalmente as pessoas têm em mente;
- Treinamento adequado para todos da empresa (na função exercida), desde a alta gerência até a produção;
- Treinamento de Gestão de Qualidade para engenheiros e inspetores e operadores, pois sabe-se que um grande problema é o mau entendimento das ferramentas de qualidade, que muitas vezes acontecem;
- Criar procedimentos adequados para cada operação;
- Utilizar o CEP em tempo real, ou seja, coletar os dados e no mesmo momento gerar os gráficos para evitar um aumento de produtos fora das especificações;
- Disponibilidade dos dados imediata para os operadores e supervisores.
- Criar equipes de qualidade para que possam solucionar problemas através de ferramentas como *Brainstorming* e ajudar outros colaboradores na questão de aprendizado sobre qualidade;

Empresas que já tiveram algum insucesso com alguma ferramenta de gestão de qualidade tendem a ter funcionários que se oponham as inovações propostas pela diretoria (INDEZEICHAK; LEITE, 2006).

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar os níveis de qualidade do processo de fabricação de molduras da Empresa Moldureira, de modo a identificar através de cartas de controle, os problemas existentes no processo produtivo na empresa a fim de melhorar o processo.

A ferramenta CEP utilizada na empresa mostra-se ineficiente e necessita de melhorias na sua implantação e com isso controlar o processo trazendo melhorias

para a empresa. A empresa necessita de uma mudança cultural, para que o CEP e outras ferramentas da qualidade sejam aceitas e utilizadas de maneira correta.

Apesar das análises dos resultados dos gráficos de controle terem mostrado que o processo é instável, os histogramas mostraram que o processo é capaz, ou seja, o processo é capaz e instável, demonstrando que o processo é capaz de atender as especificações do produto, mas que em determinados momentos pode sair fora das especificações do produto.

O grande problema da instabilidade do processo são as causas especiais, que devem ser estudadas, para assim corrigi-las e futuramente criar planos de prevenção para que não ocorram novamente.

Através do diagrama de Pareto foi possível identificar os principais defeitos do processo, os quais são trinca ponta de agulha e lascado, onde devem ser resolvidos primeiramente, como diz a teoria do gráfico de Pareto 80-20, que 80% dos problemas são causados por 20% dos defeitos.

Caso não ocorram mudanças de postura em relação à política de qualidade da empresa, os processos podem não atender mais as especificações do mercado levando assim a perdas de concorrência, pois as empresas cada dia mais procuram parceiros certificados pela ISO 9001:2008, onde o monitoramento de seus processos de produção atendam as especificações de seus clientes.

O CEP deve ser difundido para todos da empresa, principalmente aqueles que o controlam, tendo capacidade para atuar sobre os itens que o causam. Utilizar o CEP em tempo real para evitar que processos em descontrole, não causem grandes prejuízos devido à demora da descoberta.

O estudo de caso também avaliou as necessidades para que O CEP possa funcionar corretamente na empresa, necessitando de algumas mudanças para que assim, seja uma ferramenta adequada no controle de processo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARÇANTE, L. C. **Qualidade Total, uma visão brasileira**. Rio de Janeiro: Campus,1998.

CAMPOS,V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total no estilo japonês** 8. ed. Rio de Janeiro: Bloch,2004

CAMPOS, R. V. M.; ROCHA, R. P. O Controle Estatístico de Processos (CEP) para o monitoramento da qualidade do farelo de soja no processo do óleo de soja na empresa CAC. In: **IV Encontro de Produção Científica e Tecnológica**, 4, 2009, Campo Mourão – PR. *Anais...* Campo Mourão: NUPEM, 2009, 13p.

Disponível em:

<http://www.fecilcam.br/nupem/anais_iv_epct/PDF/engenharias/06_CAMPOS_ROCHA.pdf>. Acesso em: 12 set 2010.

CARVALHO,M.M. et al. **Gestão da Qualidade: teoria e casos** 8. ed. Rio de Janeiro:Elsevier,2006

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004.

FIATES, G. G. S. **Utilização do QFD como suporte a implementação do TQC em empresas do setor de serviços**. 1995. 31p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa em Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em:<<http://www.eps.ufsc.br/disserta/fiates/indice/index.htm#sumario>>. Acesso em: 23 ago 2010.

INDEZEICHAK, V.; LEITE, M. L. G. Análise do controle estatístico da produção para empresa de pequeno porte: um estudo de caso. In: **XIII SIMPEP, 13, 2006**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2006, 12p. Disponível em:<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/445.pdf>. Acesso em: 20 set 2010.

INDEZEICHAK, V.; LEITE, M. L. G. Dificuldades para implantação do Controle Estatístico de Processo (CEP). In: **XII SIMPEP, 12, 2005**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2005, 9p. Disponível em:<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak_V_Dificuldades%>>. Acesso em: 20 set 2010.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 7. ed. São Paulo: Gente, 1993.

LIMA, A.A.N.; *et al.* Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada** v. 27, n.3, p.177-187, 2006. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/380/364>. Acesso em: 20 set 2010.

LONGO, R. M. J. Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação. In: Gestão da Qualidade na Educação: Em Busca da Excelência, nov. 1995. **Anais... São Paulo: SENAC, 1995**, 16p. Disponível em: <<http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/ceq/Material%20complementar/historia.pdf>>. Acesso em: 21 set 2010.

MARIANI, C. A.; PIZZINATTO, N. K.; FARAH, O. E. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos produtivos: Um estudo de caso. In: **XII SIMPEP, 12, 2005**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2005, 12p. Disponível em: <<http://www.bibliomed.ccs.ufsc.br/CM0650.pdf>>. Acesso em: 20 set 2010.

MELLO, F. M. **Análise da correlação dos escores de atividade de doença na artrite reumatóide**. 2008. 54p. Dissertação (Graduação em Medicina) – Programa de Graduação em Medicina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.bibliomed.ccs.ufsc.br/CM0650.pdf>>. Acesso em: 30 jun 2010

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ROSÁRIO, M. B. **Controle estatístico de processo: um estudo de caso em uma empresa de eletrodoméstico**. 2004. 112f. Mestrado Profissionalizante em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5663/000473690.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 set 2010.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle Estatístico do Processo**. São Paulo: Pioneira, 1997.

TOLEDO, J. C. **Qualidade Industrial: concertos, sistemas e estratégias**. São Paulo: Atlas, 1987.

TORMINATO, S. M. **Análise Da Utilização Da Ferramenta CEP: Um Estudo De Caso Na Manufatura de Autopeças**. 2004. FOLHAS. Dissertação (mestrado profissional) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

XAVIER FILHO, J. L. J. **Abordagem História da Qualidade**. Garanhuns- PE, 2010. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/9C57861777ED4728832572C800>>

17DA40/\$File/ABORDAGEM%20HIST%C3%93RIA%20DA%20QUALIDADE.pdf>.
Acesso em: 22 set 2010.

YIN, R. K. ***Estudo de caso: planejamento e métodos***. 3^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

ANEXO B – Tabela com número de defeitos por dia

Setembro							
Nº da Amostra	Tamanho da Amostra	Quantidade de Defeitos	Proporção de Defeitos	LSC	LM	LSI	
1	140	44	0,314285714	0,428473	0,176786	-0,380784167	
2	50	8	0,16	0,428473	0,176786	-0,380784167	
3	50	7	0,14	0,428473	0,176786	-0,380784167	
4	30	3	0,1	0,428473	0,176786	-0,380784167	
5	70	7	0,1	0,428473	0,176786	-0,380784167	
6	20	3	0,15	0,428473	0,176786	-0,380784167	
7	10	1	0,1	0,428473	0,176786	-0,380784167	
8	20	7	0,35	0,428473	0,176786	-0,380784167	
Total	390	80					

P = 0,176785714 0,176785714

Agosto						
Nº da Amostra	Tamanho da Amostra	Quantidade de Defeitos	Proporção de Defeitos	LSC	LM	LSI
1	40	1	0,025	0,286172	0,177509	-0,073043262
2	30	13	0,4333333333	0,286172	0,177509	-0,073043262
3	120	6	0,05	0,286172	0,177509	-0,073043262
4	180	2	0,0111111111	0,286172	0,177509	-0,073043262
5	72	17	0,2361111111	0,286172	0,177509	-0,073043262
6	10	0	0	0,286172	0,177509	-0,073043262
7	40	6	0,15	0,286172	0,177509	-0,073043262
8	98	24	0,244897959	0,286172	0,177509	-0,073043262
9	40	8	0,2	0,286172	0,177509	-0,073043262
10	150	57	0,38	0,286172	0,177509	-0,073043262
11	50	16	0,32	0,286172	0,177509	-0,073043262
12	240	30	0,125	0,286172	0,177509	-0,073043262
13	82	28	0,341463415	0,286172	0,177509	-0,073043262
14	70	19	0,271428571	0,286172	0,177509	-0,073043262
15	48	6	0,125	0,286172	0,177509	-0,073043262
16	50	7	0,14	0,286172	0,177509	-0,073043262
17	110	9	0,081818182	0,286172	0,177509	-0,073043262
18	200	12	0,06	0,286172	0,177509	-0,073043262
Total	1630	261				

P=0,177509093

0,177509093

ANEXO C – Exemplo de Tabela de amostragem das peças para geração dos gráficos de controle e histograma – Espessura e Largura

		Produto		Espessura							Especificação													
Modelo	LWM634 Casing			Desenho			30			80			Espessura			11,11 mm			Tolerância			±0,79 mm		
Nº do Subgrupo	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	$\sum X$	X (Média)	R	Data	Hora	Turno								
1	11,2	10,9	10,9	10,9	11,3	11	10,9	10,9	11,1	11,2	11,2	110,6	11,06	0,4	09/08/2010	10:13	1							
2	10,9	10,9	11,2	11	10,9	11,1	11,3	11	11	11,2	110,5	11,05	0,4	09/08/2010	11:57	1								
3	10,9	11,2	10,9	10,9	10,8	11,2	11	10,9	11	11,2	110	11	0,4	09/08/2010	16:08	1								
4	11,1	11,2	11	10,9	11	11,2	11,1	10,9	11	11,1	110,5	11,05	0,3	10/08/2010	08:08	1								
5	11,23	11,11	11,1	11,03	11,07	11,07	11,06	11,08	11,03	11,02	110,8	11,08	0,21	10/08/2010	09:44	1								
6	11,05	11,03	11,16	11,06	11,05	11,07	11,08	11,09	11,09	11,06	110,74	11,074	0,13	10/08/2010	09:44	1								
7	11,03	11,11	11,05	11,15	11,23	11,04	11,1	11,1	11,07	11,1	110,98	11,098	0,2	10/08/2010	10:49	1								
8	11,2	11,11	11,09	11,12	11,07	11,03	11,07	11,03	11,17	11,03	110,92	11,092	0,17	10/08/2010	10:49	1								

Largura																
Produto				Nº Amostras		Especificação										
Modelo	LWM634 Casing			30	80	Largura			Tolerância	±0,79 mm						
Nº do Subgrupo	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	ΣX	X (Média)	R	Data	Hora	Turno
1	75,9	76,2	76	75,9	75,8	76,2	76,1	76	75,9	75,9	759,9	75,99	0,4	09/08/2010	10:13	1
2	76,1	75,9	76	76	75,9	76,2	76	76	76	75,9	760	76	0,3	09/08/2010	11:57	1
3	76	76,1	76	76,1	76	76	76	76,1	76,2	76	760,5	76,05	0,2	09/08/2010	16:08	1
4	76,1	75,9	75,9	76,4	76,2	76,1	76	76,2	75,9	75,9	760,6	76,06	0,5	10/08/2010	08:08	1
5	76,23	76,22	76,14	76,13	76,07	76,15	76,11	76,1	76,12	76,24	761,51	76,151	0,17	10/08/2010	09:44	1
6	76,17	76,09	76,19	76,18	76,08	76,09	76,14	76,23	76,2	76,26	761,63	76,163	0,18	10/08/2010	09:44	1
7	76,11	76,16	76,15	76,18	76,13	76,12	76,1	76,19	76,16	76,25	761,55	76,155	0,15	10/08/2010	10:49	1
8	76,16	76,11	76,12	76,19	76,1	76,11	76,16	76,12	76,1	76,25	761,42	76,142	0,15	10/08/2010	10:49	1

ANEXO D – Folha de Verificação da Moldureira

Controle de Qualidade	Inspeção - Molduras		Data:		Hora:		Moldureira:														
Modelo:	Desenho:		Cliente:				PO:														
Raw [] Primed []	Peças amarelinho:		Amarelinho/caixa:		Largura:		Altura:														
Espessura (mm)			Largura (mm)				Comprimento (mm)														
Máximo (LS)			Máximo (LS)				Máximo (LS)														
Objetivo			Objetivo				Objetivo														
Mínimo (LI)			Mínimo (LI)				Mínimo (LI)														
Inspeção dimensional																					
Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Esp.	LS																				
	Obj.																				
	□																				
Larg.	LS																				
	Obj.																				
	□																				
Comp.	LS																				
	Obj.																				
	□																				
Perf.																					
Inspeção de qualidade visual																					
Defeitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trinca																					
Open-joint																					
Lascado																					
Quebrado																					
Bolas resina																					
Medula																					
Azulado																					
Falha plana																					
Falha lateral																					
Massa																					
Ponta Agulha																					
Marca rolo																					
Mordida																					
Laudo de inspeção																					
[] ok - % defeitos:						[] revisar - % defeitos:															
inspetor:						Supervisor:															
Re-inspeção de qualidade visual																					
Defeitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Trinca																					
Open-joint																					
Lascado																					
Quebrado																					
Bolas resina																					
Medula																					
Azulado																					
Falha plana																					
Falha lateral																					
Massa																					
Ponta Agulha																					
Marca rolo																					
Mordida																					
Laudo de inspeção																					
[] ok - % defeitos:						[] revisar - % defeitos:															
inspetor:						Supervisor:															
Observações:																					